

**Univerzita Karlova v Praze**

**1. lékařská fakulta**

Specializace ve zdravotnictví

Nutriční terapeut



**Anna Jílková**

Vliv kofeinu na silový výkon

*Influence of caffeine on strenght performance*

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

Praha, 2020

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 27. 4. 2020

Anna Jílková

Podpis

**Poděkování:**

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. MUDr. Zdeňku Vilikusovi, CSc. za odborné vedení, poskytování rad a materiálů pro organizaci provedené studie a jeho vstřícný vždy příjemný přístup. Dále bych chtěla poděkovat a věnovat tuto práci všem zúčastněným, hlavně členům a trenérům svého crossfitového klubu, a ze všeho nejvíce své sestře Janě Jílkové, která mi s výzkumem pomáhala.

Tuto práci věnuji také své rodině, která je mi neustálou oporou a podporuje mě ve všech radostech i strastech studia i celého života.

**Identifikační záznam:**

JÍLKOVÁ, Anna. *Vliv kofeinu na silový výkon. [Influence of caffeine on strenght performance]*. Praha, 2020. 66 s., 6 příl., 6 tabulek, 3 obr., 7 grafů. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, III. interní klinika 1 LF UK 2020. Vedoucí práce doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce je rozdělena na část teoretickou a na část praktickou. Teoretická část je rozdělena do několika kapitol, které pojednávají o obecných vlastnostech kofeinu, jeho struktuře, metabolismu, výskytu a účincích na lidský organismus. Zvláštní kapitola se zabývá sportovní problematikou a využitím kofeinu ve sportu. Praktická část zahrnuje individuální výzkum vlivu kofeinu na silový výkon a na lidský organismus.

Cílem práce bylo zjistit, zda kofein vykazuje ergogenní účinky při silovém výkonu na 1 RM. K tomu bylo použito experimentu, kdy účastníci absolvovali dvě testování, jedno s požitím kofeinu o dávce 3 mg/kg tělesné hmotnosti, druhé s požitím placeba. Úkolem bylo uzvednout co nejvyšší možnou váhu na jedno maximální opakování (1RM) ve cvicích bench press a mrtvý tah. Celkem experiment absolvovalo 24 lidí, 17 žen a 7 mužů s průměrným věkem 27 let a průměrným BMI 23,8. Výsledky testování ukázaly na průměrné zlepšení o 2,3 kg u mrtvého tahu a 0,3 kg u bench pressu při požití kofeinu. Statisticky však tyto hodnoty nejsou významné ( $p=0,253$  a  $p=0,775$ ).

**Klíčová slova:** kofein, silový výkon, doplňky stravy, mrtvý tah, bench press

## **Abstract**

This bachelor thesis is divided into theoretical and practical part. The theoretical part is divided into several chapters which deal with general properties of caffeine, its structure, metabolism, occurrence and effects on human organism. A special chapter deals with sports issues and the use of caffeine in sports. The practical part includes individual research into the influence of caffeine on the strenght performance and on the human organism.

The aim of this work was to find out whether caffeine shows ergogenic effects at a strenght performance of 1 RM. For this, an experiment was used in which the participants underwent two tests, in one using caffeine 3 mg / kg body weight, in the other using placebo. The challenge was to lift as much weight as possible for one maximum repetition (1RM) in bench press and deadlift exercises. A total of 24 people, 17 women and 7 men with an average age of 27 years and an average BMI of 23.8 underwent the experiment. The test results showed an average improvement of 2.3 kg for deadlift and 0.3 kg for bench press. However, these values are not statistically significant ( $p = 0.253$  and  $p = 0.775$ ).

Key words: caffeine, strenght performance, dietary supplements, deadlift, bench press

# Obsah

Úvod.....	9
Teoretická část.....	10
1. Charakteristika kofeinu.....	10
1.1. Chemické vlastnosti .....	11
1.2. Metabolismus kofeinu.....	12
1.3. Historie .....	13
2. Výskyt .....	15
2.1. Káva.....	15
2.2. Čaj.....	16
2.3. Kakao.....	16
2.4. Kolová semena.....	16
2.5. Yerba maté .....	17
2.6. Guarana .....	17
2.7. Guayusa .....	17
2.8. Syntetické zdroje.....	18
3. Spotřební trendy .....	19
3.1. Obsah kofeinu v nápojích a potravinách .....	19
3.2. Dávkování na základě EFSA.....	19
4. Účinky na organismus.....	21
4.1. Nervová soustava.....	21
4.2. Oběhová soustava.....	22
4.3. Trávicí soustava a vylučovací soustava.....	22
4.4. Pohybový aparát .....	23
4.5. Vznik tolerance .....	23
5. Kofein a sport.....	24
5.1. Energetické zdroje metabolismu .....	25
5.2. Druhy zátěže .....	25
5.3. Kofein a vytrvalostní výkon.....	29
5.4. Kofein a silový výkon .....	29
5.5. Dávkování ve sportu.....	30
5.6. Doping .....	30
Praktická část.....	32
6. Cíl výzkumu .....	32
7. Metodika.....	33
7.1. Příprava testování.....	33

7.2.	Charakteristika výzkumného souboru.....	34
7.3.	Praktický průběh realizace.....	35
7.4.	Metodika hodnocení .....	36
8.	Výsledky .....	37
8.1.	Výsledky žen .....	40
8.2.	Výsledky mužů .....	42
8.3.	Další efekty kofeinu.....	44
9.	Diskuze.....	48
10.	Závěr .....	50
	Seznam použitých zkratk .....	51
	Seznam použité literatury .....	52
	PŘÍLOHY.....	56
	Příloha č.1 Seznam obrázků, tabulek a grafů.....	56
	Příloha č.2 Informovaný souhlas.....	57
	Příloha č.3 Souhlas přednosty zdravotnického pracoviště .....	59
	Příloha č.4 Text informací pro subjekty hodnocení .....	60
	Příloha č.5 Dotazník pro zúčastněné .....	62
	Příloha č.6 Vyjádření Etické komise VFN .....	65



# Úvod

K tématu mé bakalářské práce jsem si vybrala kofein a jeho ergogenní efekt na organismus. Kofein se bezpochyby řadí mezi nejrozšířenější a nejpoužívanější stimulační látky již po řadu let. Je hojně konzumován celosvětově hlavně v podobě kávy, čaje a jiných stimulačních nápojů. Tyto nápoje jsou však kromě povzbuzujících účinků konzumovány hlavně za oblibou jejich chuti. Užívání kofeinu hraje značnou roli ve sportovním světě, jelikož jsou jasně známy jeho účinky zvyšující vytrvalostní i silový výkon, nebo urychlení spalování tuku a rýsování postavy. Jako každá látka může mít však i kofein při předávkování fatální nežádoucí účinky.

V teoretické části je podrobně popsána charakteristika kofeinu, jeho chemické zařazení, charakteristika alkaloidů, chemické i fyzikální vlastnosti kofeinu, jeho metabolismus v těle, historie jeho užívání. Dále se zabývám jeho výskytem v přírodě, konzumačními trendy, obsahem v jednotlivých potravinách a doporučeným dávkováním podle EFSA. V další kapitole popisuji účinky na jednotlivé soustavy organismu a dále se zaměřuji na hlavní téma, kterým je problematika kofeinu a sportu. Zde popisuji druhy sportovní zátěže, vliv kofeinu na vytrvalostní a silový výkon, dávkování ve sportu a doping.

Další částí je část praktická, ve které shrnuji a hodnotím výsledky svého experimentu, který měl dokázat vliv na zvýšení silového výkonu. Experiment spočíval v provedení dvou testování v intervalu asi sedmi dnů, kdy v jednom testování byla požitá dávka kofeinu o 3 mg/kg tělesné hmotnosti a v druhém placebo v podobě glukózy. Úkolem testovaných bylo zvednout co nejtěžší váhu při cvicích mrtvý tah a bench press. Výsledky jsou zaznamenány v tabulkách a grafech, jejichž seznam je uveden v přílohách. Přílohy dále obsahují seznam použitých zkratk, souhlasné stanovisko předsedy kliniky, informované souhlasy, dotazník pro účastníky, informace pro účastníky, souhlasné stanovisko EK a protokol o úplnosti náležitostí bakalářské práce. Seznam citované literatury je umístěn na konci práce. V celé práci jsem používala citační styl APA.

# Teoretická část

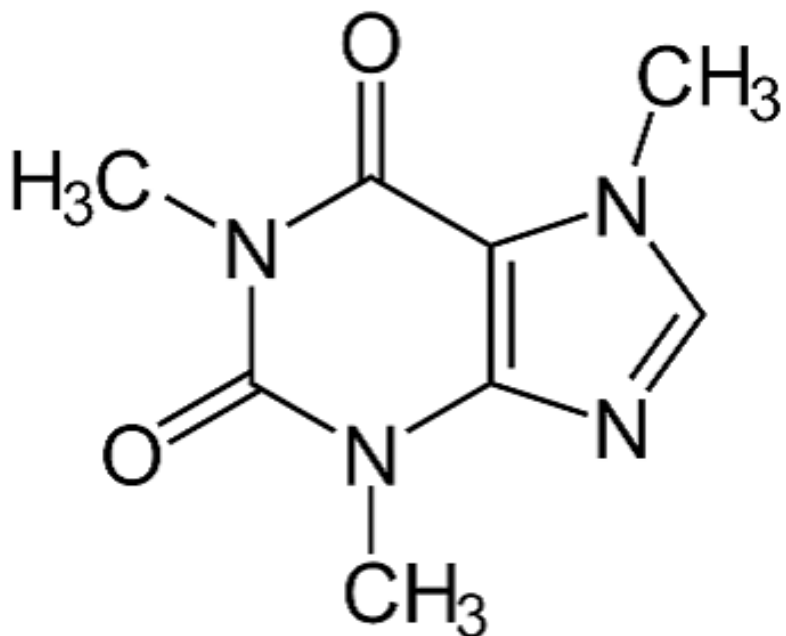
## 1. Charakteristika kofeinu

Kofein se řadí mezi purinové alkaloidy. Alkaloidy jsou jednou z nejrozmanitějších skupin metabolitů, které se nacházejí v 10-15 % koncentraci téměř ve všech rostlinách. Jsou to heterocyklické sloučeniny obsahující dusík se záporným oxidačním číslem, díky čemuž mohou společně s kyselinou tvořit sůl rozpustnou ve vodě. Většina z nich je bezbarvých nebo bílých, pevné krystalické struktury, poněkud hořké chuti s definovaným bodem tání. Jsou klasifikovány na základě struktury uhlíkového řetězce a biogenního původu. Některé z nich byly lidstvu známy již tisíce let. Alkaloidy narušují integritu biomembrány, jsou inhibitory iontových kanálů a zhoršují funkci mikrotubulů nebo mikrofilamentů. Mají mutagenní a karcinogenní účinky díky svým vlastnostem vázat DNA a působit na úrovni DNA a RNA polymerázy a inhibují proces translace v různých organismech. Aktivují nebo inhibují centrální procesy na buněčné nebo orgánové úrovni. Ovlivňují trávicí proces tím, že interferují s hydrolytickými enzymy. Poškozují funkci ledvin a jater. Mohou také ovlivňovat reprodukční systém. Některé z nich jsou používány k terapeutické léčbě ve farmakologii, například námelové alkaloidy k léčbě glaukomu, astmatu a dýchacích obtíží nebo jako součást antibiotik. Jejich účinky samozřejmě záleží na počtu množství. [6]

Kofein se může nazývat mnoha synonymy jako například 1-methyltheobromin, 7-methyltheophyllin, methyltheobromide, 3,7-dihydro-1,3,7-trimethyl-1h-purine-2,6-dione, 1,3,7-trimethyl-2,6-dioxopurine, theine, caffeine, thein, guaranine, no-doz, 1,3,7-trimethyl-2,6-dioxo-1,2,3,6-tetrahydropurine, Caffenum, anhydrous caffeine, alert-pep, cafeina, cafipel, Mateina, refresh'n, stim, Nix Nap, hycomine, Organex, Vivarin a existuje mnoho dalších, ovšem nejvíce užívané synonymum je chemický název 1,3,7-Trimethylxanthin. [5] Je to derivát xanthinu se třemi methylovými (CH<sub>3</sub>) skupinami navázanými na 1,3 a 7 uhlících xanthinového heterocyklu. Xantin je vlastně purinová báze, nacházející se téměř ve všech živých organismech, v malém množství i ve vesmíru. Mezi další xantiny se kromě kofeinu řadí také alkaloidy theobromin (3,7-dimethylxanthin), či theofylin (1,3-dimethylxanthin). [32]

## 1.1. Chemické vlastnosti

Obrázek 1 - Strukturní vzorec kofeinu [12]



- Sumární vzorec:  $C_8H_{10}N_4O_2$
- Molární hmotnost: 194,19 g/mol
- Teplota tání: 235-238 °C
- Teplota sublimace: 178 °C
- Hustota: 1,23 g/cm<sup>3</sup>
- UV maximum: 275 nm
- pH: 6,9
- Biologický poločas (v plazmě): 3-7 hodin
- Celková plazmatická clearance: 0,078 L/h/kg

Molekula kofeinu se skládá z osmi atomů uhlíku, deseti atomů vodíku, čtyř atomů dusíku a dvou atomů kyslíku. Jeho molární hmotnost činí 194,19 g/mol. Průměrná teplota tání je asi 236 stupňů celsia a teplota, kdy začíná sublimovat 178 stupňů celsia. pH dosahuje stupně 6,9, tudíž je kyselější než lidská plazma (7,35). Při teplotě 18 stupňů celsia je jeho hustota 1,23 g/m<sup>3</sup>. Kofein se nejčastěji objevuje v podobě bílého prášku nebo lesklých jehlicových krystalků, bez zápachu, nahořklé chuti. [5,34]

Rozpustnost v běžných rozpouštědlech:

- chloroform: snadno rozpustný
- voda: mírně rozpustný
- aceton: mírně rozpustný
- líh 95 %: těžce rozpustný
- ether: velmi těžce rozpustný. [26]

## **1.2. Metabolismus kofeinu**

Kofein se rychle vstřebává gastrointestinálním traktem (99 % do 45 minut po požití) a pohybuje se pomocí tělních tekutin přes buněčné membrány. Rychlost a místo absorpce závisí na formě podání, z nápojů se vstřebává pomaleji až v žaludku nebo tenkém střevě, žvýkáním žvýkaček nebo listů se vstřebává rychleji a již v ústní dutině. Při intravenózním podání je absorpce okamžitá. Kofein je dále metabolizován v játrech enzymy a výsledkem jejich působení jsou tři metabolity: paraxanthin, theofylin a theobromin. Zvýšená hladina se v krevním řečišti objevuje do 15-45 minut, maximální koncentrace jsou patrné jednu hodinu po požití. Vzhledem ke své rozpustnosti v tucích, kofein také bez problémů prochází hematoencefalickou bariérou. Kofein a jeho metabolity jsou resorbovány ledvinami, kdy je jen s přibližně 3-10 % vyloučen z těla nezměněný v moči. Na základě absorpce tkáně a cirkulace krve jsou jeho koncentrace v těle sníženy o 50-75 % během 3-6 hodin od požití. Očištění krevního oběhu je analogické rychlosti, jakou se kofein vstřebá a metabolizuje. Kofein v plazmě člověka přetrvává průměrně 5 hodin ale doba se může lišit od asi 1,5 hodiny do 9 hodin v závislosti na mnoha faktorech jako je věk, individuální tolerance, forma užití, užívání drog, tabáku či antikoncepce. [16,23]

Pokud kofein ztratí methylovou skupinu (demetylací), lze jej převést na podobné metabolity, jako je paraxanthin, theobromin nebo theofylin. Další demetylací se získá buď 1, 3 nebo 7-methylxanthin, a úplnou demetylací se získá základní molekula xanthinu. Většinou metabolismus kofeinu směřuje k paraxantinu (80-85 %) prostřednictvím enzymu CYP1A1 / 2. Přímé přeměny na theobromin a theofylin jsou možné, ale méně časté. Hlavními působícími enzymy na metabolismus kofeinu jsou enzymy cytochromu P450, N-acetyltransferáza a xantinoxidáza. [17]

### **1.3. Historie**

Kofein byl předmětem širokého výzkumu ze dvou důvodů, a to jeho rozsáhlého výskytu v přírodě a jeho dlouhou historií užívání. Bylo identifikováno až 60 druhů rostlin, které obsahují kofein, a historie naznačuje, že mohl být užíván v různých formách už od jedenáctého tisíciletí před naším letopočtem – v období paleolitu. [3] I když skutečný objev kofeinu jako povzbuzujícího prostředku není znám, legenda říká, že jako stimulant byl poprvé zaznamenán v Etiopii ve třetím století NL, když si pastýř všiml, že se jeho kozy staly velmi rozrušené a aktivní po spásání kávových bobulí. Pastýř zkusil žvýkat některé z bobulí a zaznamenal jejich stimulační vlastnosti. Také mniši v klášterech vařili kávová zrna v horké vodě a zjistili, že nápoj jim pomáhal zůstat bdělými během nočních modliteb. Pěstování kávovníku tedy mohlo začít již v 6. století NL v Etiopii. Na různých místech v Africe byly kávové bobule drceny a smíchány s tukem a sloužily jako jídlo ke stimulaci válečníků v bitvě. Přibližně v roce 1 000 NL káva dosáhla Jemenu, kde se nápoj stal velmi populární a pil se jako společenský rituál mezi muslimy. Odtud se rozšířil do Evropy a Ameriky. Všechny rozvinuté kultury, které měli přístup k rostlinám obsahujícím kofein, vytvářely nápoje nebo potraviny obsahující tyto stimulační produkty. První zaznamenané použití čajového nápoje obsahujícího kofein pocházejí z čínské dynastie Tang (618–907 NL), kde byl čaj oblíbeným nápojem, o kterém se předpokládalo, že prodlužuje vitalitu. [23]

Kofein byl však izolován jako aktivní složka stimulačních účinků kávy až v roce 1820 německým chemikem Friedrichem Ferdinandem Rungem [31], po kterém následovala jeho první úplná syntéza v roce 1895 dalším německým chemikem Hermannem Emilem Fischerem. Ve 14. století bylo objeveno pražení kávových zrn a v 15. a 16. století vedla znalost jeho stimulačního účinku k rozsáhlé spotřebě a komercializaci v kavárnách v Arábii a Konstantinopoli. V 17. století, kdy byla káva

exportována do zámoří, se její spotřeba v Evropě stala běžnější a následně se rozšířila do kolonií v Severní Americe. Čaj a káva od té doby slouží jako hlavní nápojové zdroje kofeinu, ale na konci roku 1800 se do popředí dostávají také kofeinové sody. Coca-Cola, Pepsi-Cola, Red bull a další se během druhé poloviny 20. století staly velmi populárními. [37] Ve 21. století začíná růst přídavek kofeinu do potravinových doplňků, stimulantů, předtréninkových přípravků a přípravků na hubnutí.

## 2. Výskyt

Kofein se v přírodních zdrojích objevuje nejčastěji v tropických oblastech v kávových a kakaových bobech, listech čajovníku, kolových plodech, ale existují i méně známe zdroje jako semena guarany, listy yerba maté či listy Ilex guayusa.

### 2.1. Káva

Káva je bezpochyby nejpoužívanějším zdrojem kofeinu na světě. Rozlišujeme asi kolem 100 odrůd kávovníků, ale mezi hlavní pěstované se řadí kávovník arabský (*coffea arabica*) a kávovník statný (*coffea canephora*). Arabika má jemnější chuť, nižší koncentraci kofeinu (0,7–1,4 %) a tvoří až 80% celkové produkce, zato robusta získávaná z kávovníku statného obsahuje vyšší koncentraci kofeinu (2,2–2,4 %), a je zastoupená pouze ve 20 %. Kávovník roste hlavně v tropických a subtropických oblastech Afriky a východní Asie, ale také v oblastech latinské Ameriky a Brazílie. Brazílie je největším producentem kávy. Rostlina dosahuje výšky kolem 3-5 m. Nejdůležitějšími látkami kávy jsou kofein (0,5–2,6 %), kyseliny kávová a chinová (10 %), kyselina chlorogenová (4–6 %), polysacharidy (25–30 %), proteiny (13 %), tuky a vosky (0,1–0,8 %), voda (10–13 %) a minerální látky (4 %), zejména draslík, hořčík, vápník, fosfor, mangan a železo. Kávová zrna zrají asi 6-9 měsíců, při sběru jsou zelená, bez vůně a chuti. Charakteristickou vůni a chuť získávají teprve po opražení. Děje se tak ve speciálních strojích za pomoci horkého vzduchu a stálého promíchávání zrn. Káva se musí po upražení rychle zchladit, aby neunikaly éterické oleje v ní obsažené. Praží se na různé stupně podle požadavků odběratelů. Protože káva snadno přijímá cizí pachy, které mohou nepříznivě ovlivnit její jakost, musí se zabalit do 48 hodin a skladovat odděleně na suchém místě v původních obalech na čistých dřevěných podložkách. V poslední době získává oblibu tzv. rozpustná nebo instantní káva, která je sušeným práškem získávaným extrakcí pomletých kávových zrn. Pro speciální účely se složitou výrobní cestou získává i káva se sníženým obsahem kofeinu. Káva je pěstována ne pouze k přípravě nápojů, ale také v medicíně k farmaceutickým účelům, výrobě léků a pro mnoho svých zdravotních benefitů. [28]

## **2.2. Čaj**

Čajovník čínský (*Camellia sinensis*) je keř menšího vzrůstu, pěstovaný hlavně v oblasti východní Asie. Čaj je po vodě nejkonzumovanějším nápojem na světě. Zelený, černý, oolong i bílý pocházejí ze stejné rostliny a odlišují se hlavně způsobem přípravy a dobou fermentace, ale také obsahem bioaktivních látek. Na zdraví prospěšné látky je nejbohatší čaj zelený, obsahuje nejvíce polyfenolů, minerálů a vitamínů. Všechny typy jsou bohatým zdrojem antioxidačních látek. Z alkaloidů je v čaji nejvýznamněji zastoupen theofylin, následně kofein a jen malé množství theobrominu. [36]

## **2.3. Kakao**

Jako kakao se označuje mletý prášek získávaný ze sušených plodů (bobů) kakaovníku (*Theobroma cacao*). Kakaovník je strom, pocházející z jižní Ameriky, dorůstající výšky 5-8 m. Jak napovídá název, hlavním alkaloidem v kakau je theobromin, kofein a theofylin jsou obsaženy v menší míře. Kakaový prášek se používá hlavně k výrobě čokolády a nápojů nebo jako přísada do cukrovinek. Kakaové boby byly v minulosti velmi ceněné, používané jako platidlo a nazývané jídlem bohů. Dnes se kakao řadí mezi superpotraviny, díky svým rozsáhlým zdravotním benefitům, obsahu minerálních látek a vitamínů a příznivým účinkům na náladu a psychiku. [10]

## **2.4. Kolová semena**

Pochází z kolovníku zašpičatělého, pěstovaného převážně v oblasti rovníkové Afriky. Semena jsou žvýkána pro vysoký obsah kofeinu jako stimulační látka, mají duchovní význam a jsou středem mnoha obřadů u afrických kmenů. Kůra se používá k léčbě žaludečních potíží a kašle, kořeny jsou v Nigérii používány jako afrodiziakum. V minulosti byla kola spojována hlavně s výrobou Coca – coly, dnes se používá hlavně ve farmaceutickém průmyslu. [7]



## 2.5. Yerba maté

Čaj Yerba maté, je bylinný čajový nápoj široce konzumovaný v zemích jižní Latinské Ameriky (jižní Brazílie, Argentina, Paraguay a Uruguay), který narůstá na popularitě na světovém trhu. Vyrábí se infuzí sušených listů cesmíny *Ilex paraguariensis*, rostliny čeledi Aquifoliaceae. Čaj maté je především propagován pro jeho zdravotní přínosy, existují však také obavy o jeho bezpečnosti. Vědecká literatura na jedné straně uvádí, že čaj maté je hypocholesterolemický, hepatoprotektivní, antioxidační, stimuluje centrální nervový systém, má mírným diuretický účinek a některé studie také naznačily jeho potenciál v léčbě obezity. Mezi zdravotně přínosné látky patří polyfenoly (kyselina chlorogenová) a xanthiny (kofein a theobromin), flavonoidy (kvercetin, kaempferol a rutin), aminokyseliny, minerály (P, Fe a Ca) a vitaminy (C, B1 a B2). Na druhou stranu byly zjištěny některé epidemiologické souvislosti mezi konzumací čaje maté a zvýšeným rizikem různých typů rakoviny, včetně orálního, orofaryngeálního, jícnového, hrtanového a rakoviny močového měchýře. [22]

## 2.6. Guarana

Pod latinským názvem nazývaná *Paullinia cupana*, je popínavá rostlina z rodu Sapindaceae, která se vyskytuje hlavně v oblasti brazilské Amazonie. Hlavním znakem rostliny jsou její velké načervenalé plody a semena, která jsou bohatým zdrojem alkaloidů a dalších prospěšných látek, hlavně antioxidantů. Hlavní zastoupení má alkaloid kofein, jeho koncentrace v semeni je asi 2x vyšší než v kávových zrnech, extrakt z něj se využívá k stimulačním účinkům a výrobě energetických nápojů. Další benefity na organismus jsou podobné jako u Yerba maté, či *Ilex guayusa*. [31]

## 2.7. Guayusa

Guayusa (*Ilex guayusa* loes) je málo prostudovaný druh cesmíny vyskytující se v horní amazonské pánvi na území Kolumbie, Ekvádoru a Peru. Společenství v celém tomto regionu tradičně konzumují nápoje z vyvařených listů této rostliny. Domestikované rostliny rodu Guayusa mohou vyrůst až průměrně 10 metrů a vyznačují se velkým množstvím šlahounů. Divocí jedinci dorůstají výšky až kolem 25 m. Stejně jako několik dalších druhů tohoto rodu, její listy obsahují alkaloidy, hlavně

kofein, theobromin a theofylin. [9] Koncentrace kofeinu je vyšší než u čaje a je strovnatelná s koncentrací v kávových zrnech. [36] Společně s Yerba maté a guaranou prokazují jisté zdravotní benefity, včetně antioxidačních, protizánětlivých, antibakteriálních, kardioprotektivních a neuroprotektivních vlastností, regulují střevní mikrobiotu, působí proti rakovině, diabetu, obezitě. I přesto, že rod Ilex obsahuje asi 600 druhů, většina z nich stále není podrobně prozkoumána. [13]

## **2.8. Syntetické zdroje**

Kofein je dnes již často přidáván do různých potravin a nápojů. Nejzastoupenější jsou energetické nápoje jako Red bull, Semtex, ale také sodové nápoje, například Coca cola a další. Často je také využíván k výrobě sportovních přípravků, obzvláště spalovačů a předtréninkových nápojů, gelů či prášku, ve kterých je obsaženo mnoho dalších látek, například taurin, karnitin, rozvětvené aminokyseliny nebo vitaminy. Tyto látky by měly pomáhat zlepšit výkonost, zabránit svalové únavě, podpořit regeneraci či stimulovat CNS a oxidaci mastných kyselin a tím podpořit spalování energie. O jejich účinnosti se ale v současné době vedou rozsáhlé diskuze. Kofein může být přijímán ve formě tablet, prášku i kapslí, kde se nachází ve většině případů v čisté podobě. Ve farmaceutickém průmyslu je kofein přidáván i do řady léčiv. Tradičně obsahují kofeinové přípravky v jedné dávce přibližně 100-200 mg kofeinu.

### 3. Spotřební trendy

Koncentrace kofeinu v přírodních zdrojích kolísá v závislosti na odrůdě rostliny, způsobu zpracování, skladování, přípravě nápoje a dalších parametrech. Nejvyužívanějším zdrojem je káva, podle databáze spotřeby potravin EFSA se podílí u dospělých na 40 až 94 % celkového příjmu kofeinu. Výjimkou je Irsko a Spojené Království, kde v příjmu kofeinu dominuje čaj, a to až z 59 %. Průměr příjmu se značně liší v jednotlivých zemích EU a je závislý také na věkové skupině. Například průměr spotřeby lidí nad 75 let činí 22–417 mg, lidí od 65 let do 75 let asi 23–362 mg, u dospělých od 18–65 let 37–319 mg, u dospívajících se průměr pohybuje kolem 0,4–1,4 mg/kg tělesné hmotnosti, u dětí 3–10 let 0,2–2 mg/kg TH a u batolat 0–2,1 mg/kg TH. U mladších dětí do 10 let převažuje ve zdrojích kofeinu čokoláda, následně čaj a kolové nápoje. [25] Průměrný příjem populace uvádí mnohé studie zcela odlišně, průměr se však mezi dospělými pohybuje kolem 200 mg denně nebo 2 mg/kg tělesné hmotnosti. [3,23,11]

#### 3.1. Obsah kofeinu v nápojích a potravinách

Standardní obsah kofeinu v porci (250 ml) překapávané kávy činí asi 80 mg, u instantní kávy 60 mg, obsah v jednom espressu se pohybuje kolem dávky 100 mg, bezkofeinová káva obsahuje asi 3–5 mg, čaj 30 mg, horká čokoláda 5–10 mg. V 60 g hořké čokolády se nachází přibližně 10–50 mg, naproti tomu v mléčné jen asi 5–15 mg. Jedna plechovka Coca Coly nebo Pepsi coly (375 ml) obsahuje 50–60 mg kofeinu, plechovka Red Bull (250ml) 80 mg kofeinu. [4]

#### 3.2. Dávkování na základě EFSA

Dospělí – jednorázová dávka do 200 mg, tedy asi 3 mg/kg hmotnosti, přípustné bezpečnosti zdravé dospělé populace. Jednorázová dávka 100 mg nebo 1,4 mg/kg hmotnosti konzumovaná krátce před spaním může mít vliv na kvalitu a délku spánku. Denní příjem do 400 mg nebo 5,7 mg/kg tělesné hmotnosti nevyvolává obavy o bezpečnost zdravé dospělé populace, s výjimkou těhotných žen. Konzumace cca 4 šálků kávy denně (400 mg kofeinu) může být dokonce považována za zdraví prospěšnou.

Těhotné a kojící ženy – celkový denní příjem do 200 mg neznamená nebezpečí pro vyvíjející se plod.

Děti a dospívající – podle dostupných studií je jednorázová dávka 3 mg/kg tělesné hmotnosti považována za bezpečnou stejně jak u dospělých.

Za letální dávku se u dospělých považuje 5 g kofeinu, nežádoucí účinky lze zaznamenat již při požití 1 g. [37]

## 4. Účinky na organismus

Je známo, že účinky kofeinu na lidský organismus jsou závislé na jeho přijaté dávce. Dávky do 400 mg vykazují většinou pozitivní účinky, ačkoliv individuálně se hranice značně liší. Obecně u dávky kolem 250 mg (nebo asi 3-6 mg/kg tělesné hmotnosti) se u jedinců vyskytuje zvýšená koncentrace, pozornost, energie, stav pohody, zvýšení výkonu. Naopak dávka kolem 500 mg (nebo od 7-10 mg/kg TH) vyvolává symptomy jako zvýšené napětí, úzkost, nevolnost, třes, obrny, závrať, ztížené dýchání, palpitace, bolest hlavy, neklid, nervozita, nespavost, zarudlá tvář, zvýšená diuréza (zvýšený celkový denní výdej moči), gastrointestinální poruchy, žízeň, svalové záškuby, náhodný tok myšlenek a řeči, tachykardie (zvýšená srdeční frekvence) nebo v nejhorších případech může vyvolat srdeční arytmie, otok mozku, hypokalemii, hypokalcemii, hyperglykemii, koma a smrt. Jak již bylo řečeno, každý jedinec však reaguje na různou dávku různě. Můžeme rozlišovat tzv. pomalé a rychlé metabolizátory kofeinu. [2,37]

### 4.1. Nervová soustava

Kofein je známý jako antagonist adenosinových receptorů nervové soustavy. Působí kompetitivní inhibicí na adenosin, váže se na adenosinové receptory a zabraňuje tak jeho působení. Ten zprostředkovává vnímání ospalosti a zabránění jeho působení vede k bdělosti. Jeho účinky také vyvolávají změny v acetylcholinových a dopaminových systémech a interagují se serotonergním systémem. Konzumace kofeinu zvyšuje hladinu adrenalinu a noradrenalinu, toto zvýšení závisí na dávce. Odtud plynou účinky jako tachykardie, zvýšený tlak krve, snížený průtok krve trávicím systémem. Kofein působí na centrální nervovou soustavu a může zlepšovat paměť a soustředěnost na práci a učení.

Studie také zjistily, že lidé, kteří pravidelně pijí kávu, mají nižší riziko vzniku Parkinsonovy choroby, Alzheimerovy choroby a demence a snižuje se u nich riziko deprese a sebevražd o 45 %. [8,29]

## **4.2. Oběhová soustava**

Kofein se vstřebává v žaludku. Dosáhne nejvyšší koncentrace v krevním řečišti za hodinu až dvě. Kofein může na krátkou dobu zvýšit krevní tlak. Předpokládá se, že tento účinek je způsoben buď zvýšením adrenalinu, nebo dočasným blokováním hormonů, které přirozeně rozšiřují tepny. U většiny lidí není tento účinek dlouhodobý, ale pozor by si měli dát lidé s hypertenzí a nepravidelným srdečním rytmem. Předávkování kofeinem může způsobit rychlé a nepravidelné srdeční stahy a dýchací obtíže.

Spotřeba kofeinu je spojována s nižším rizikem úmrtnosti na všechny kardiovaskulární nemoci, ischemickou chorobou srdeční a mrtvici s odhadem největšího snížení rizika při třech šálcích kávy denně. Ve srovnání s lidmi, kteří kofein nekonzumují, bylo riziko sníženo o 19 % pro úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění, o 16 % pro úmrtnost na onemocnění věnčitých tepen a o 30 % na úmrtnost při mrtvici. Zvyšování spotřeby na více než tři šálky kávy denně není spojeno s poškozením organismu, ale příznivý účinek zde byl méně výrazný. [8,29]

## **4.3. Trávicí soustava a vylučovací soustava**

Kofein zvyšuje množství kyseliny chlorovodíkové vylučované žaludkem a může způsobit pálení žáhy nebo žaludeční nevolnost. Kofein se v těle neukládá, zpracovává se v játrech a opouští tělo močí. To je důvod, proč se krátce po požití zvyšuje diuréza. Kofein dále také zvyšuje motilitu střeva, zlepšuje peristaltiku a stimuluje pohyb střev. Laxativní účinek kávy je způsoben uvolňováním gastrinu, hormonu, který je produkován žaludkem a který zrychluje aktivitu tlustého střeva. Navíc se ukázalo, že káva bez kofeinu vyvolává podobnou reakci. Vzhledem k tomuto účinku není překvapivé, že velké dávky kofeinu mohou u některých lidí vést k velkým ztrátám stolicí nebo dokonce k průjmům.

Na druhé straně některé studie naznačují, že kofeinové nápoje mohou u některých lidí zhoršovat gastroezofageální refluxní chorobu (GERD). Zdá se, že to platí zejména o kávě.

Poole (2017) popisuje také příznivé účinky konzumace kávy na výskyt rakoviny jater a jaterní cirhózy.

Dále je konzumace kávy i čaje spojována s nižším rizikem vzniku diabetu melitu 2. typu. [8,29]

#### **4.4. Pohybový aparát**

Kofein může ve velkém množství narušovat vstřebávání a metabolismus vápníku. To může přispívat k řidnutí kostí – osteoporóze. Tento jev se vyskytuje převážně u žen, u mužů naopak některé studie poukazují na zlepšení kvality kosti po konzumaci kávy. Při nadměrné konzumaci se mohou vyskytovat záškuby svalstva.

Abstinenční projevy zahrnují také svalovou bolest a slabost. Další účinky jsou více rozebrány v kapitole kofein a sport. [8,29]

#### **4.5. Vznik tolerance**

Při časté konzumaci kofeinu si na něj tělo vyvíjí toleranci. Toleranci ke kofeinu mohou také ovlivnit další faktory, jako je věk, tělesná hmotnost a celkové zdraví. Abstinenční příznaky se projevují bolestí hlavy, únavou, depresí, špatnou náladou, úzkostí. Přitom je kofein jednou z nejméně návykových drog. [29]

## 5. Kofein a sport

Kofein nezlepšuje maximální kyslíkovou kapacitu přímo, ale může sportovci umožnit trénovat při větším výkonu nebo trénovat delší dobu. Ukázalo se také, že zvyšuje rychlost nebo výkon za simulovaných podmínek závodu. Tyto účinky byly zjištěny v činnostech, které trvají od 60 sekund do asi 2 hodin. O účincích kofeinu na silový výkon je stále poměrně málo informací, nicméně nedávné vědecké práce potvrzují účinek na maximální silový výkon, prokazují zvýšenou výdrž a odolnost vůči únavě při výkonu. Neexistuje žádný důkaz, že požití kofeinu před cvičením vede k dehydrataci, iontové nerovnováze nebo jakýmkoliv jiným nepříznivým účinkům. [21] Kofein je běžně přijímán sportovci kvůli prokázaným ergogením účinkům. Tyto účinky působí na zlepšení fyzického výkonu prostřednictvím tří mechanismů: 1) zvýšená mobilizace intracelulárního vápníku, 2) zvýšení oxidace volných mastných kyselin a 3) slouží jako antagonist adenosinového receptoru v centrální nervové soustavě.

Nedávné výzkumy a recenze dospěly k závěru, že kofein ovlivňuje vytrvalostní výkon hlavně prostřednictvím svého antagonistického účinku na receptory adenosinu v mozku. Prostřednictvím tohoto mechanismu může kofein modulovat centrální nervovou soustavu a oddalovat únavu, ovlivňovat hodnocení vnímané námahy, bolesti, úroveň vitality, což může vést ke zlepšení výkonu. V mnoha studiích podle Gania a kol. [14] bylo zjištěno, že na kofein se vyskytují lidé „reagující“ a „nereagující nebo pomalu reagující“. Mnohé studie také uvádějí rozdíly v odezvě mezi trénovanými a netrénovanými subjekty, rozdílně velkými požitými dávkami a jejich vztahem na snížené hodnoty vnímání bolesti a únavy a zlepšení výkonu. Nejsou známy výrazné rozdíly mezi účinkem na pohlaví. Kofein je pro své vysoce stimulační účinky používán hojně sportovci různých kategorií. Je přijímán hlavně formou kávy a čaje, dále hlavně v kapslích, v podobě prášku smíchaný s dalšími účinnými látkami, určený k rozpuštění v tekutině. Zvyšuje se také zájem o žvýkačky s kofeinem, gely, ústní vody a energetické drinky. Některé z nich mohou být díky své téměř okamžité absorpci. [18]



## **5.1. Energetické zdroje metabolismu**

Organismus využívá energii převážně uloženou ve formě svalového a jaterního glykogenu nebo uloženou v tukové tkáni (oxidace mastných kyselin). Při kritických případech (stresové hladovění) lze použít také svalové bílkoviny, kdy dochází k jejich degradaci. Cílem organismu je syntéza energie z ATP, který je jediným zdrojem pro svalovou kontrakci. ATP je vytvářen vždy, ale podle délky a intenzity zátěže se mění poměr zdroje ze kterého je syntetizován. [35]

## **5.2. Druhy zátěže**

### **Rychlostně silová zátěž**

Je nejkratším druhem tělesné zátěže, představují ji sprinty do 200 m, atletické disciplíny jako vrh kladivem, koulí, hod oštěpem. Dále sem řadíme silové sporty jako vzpírání, silový trojboj, posilování s vyšší zátěží, kdy délka jedné série trvá asi 10-20 s. Hlavním zdrojem energie jsou makroergní fosfáty – adenosintrifosfát (ATP) a kreatin fosfát (CP). V minulosti byla tato zátěž považována za alaktátovou zónu - tzn. ve které se netvoří laktát. Dnes víme, že i při této krátkodobé zátěži se malé množství laktátu ve svaích tvoří. Zátěž lze opakovat po několikaminutové přestávce, jelikož obnova ATP z CP je velmi rychlá.

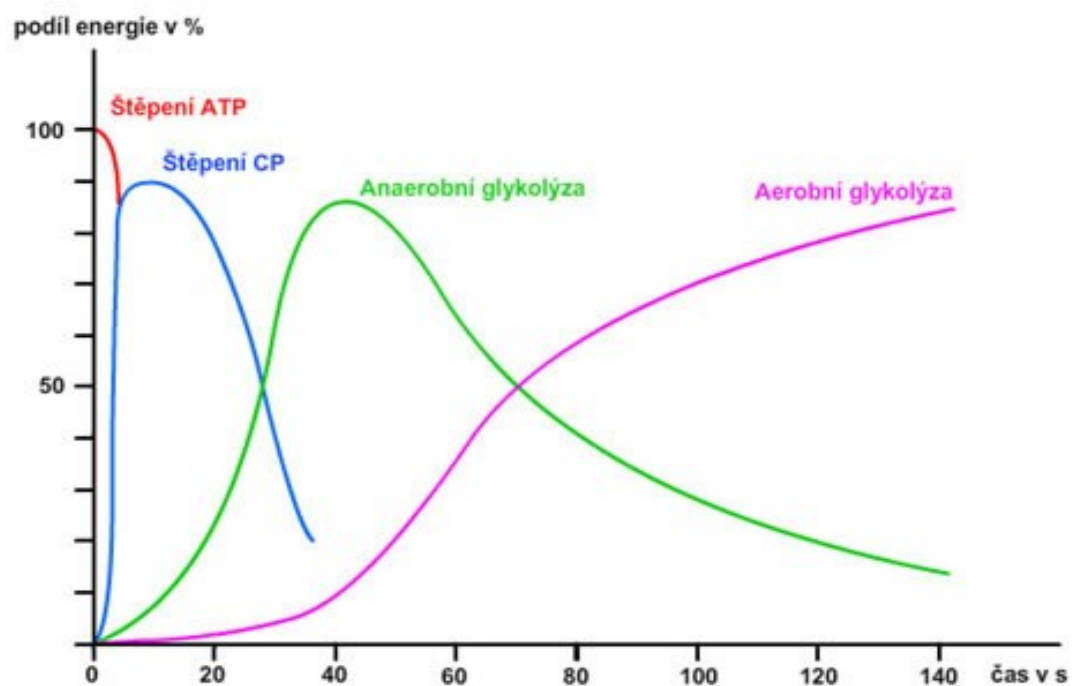
### **Rychlostně silově vytrvalostní zátěž**

V atletice běhy na 400 m, silové sporty o délce zátěže asi 20-60 sekund. Vedle CP jako zdroj využívána již převážně glukóza (ze svalového glykogenu). Při vysoce intenzivní zátěži a krátké délce trvání nedochází k plnému využití kyslíku a proces probíhá formou anaerobní glykolýzy za vzniku kyseliny mléčné. Na rozdíl od aerobní oxidativní fosforylace, kdy vzniká z 1 mol glukózy 38 mol ATP, je tato forma méně energeticky výtěžná, z 1 mol glukózy vznikají pouze 2 mol ATP. Oproti oxidativní fosforylaci je však výhodou její pohotovější nástup a uplatnění, i když oxidativní fosforylace dosáhne maxima. Nevýhodou je vznik laktátu a z toho vyplývající svalová únava.

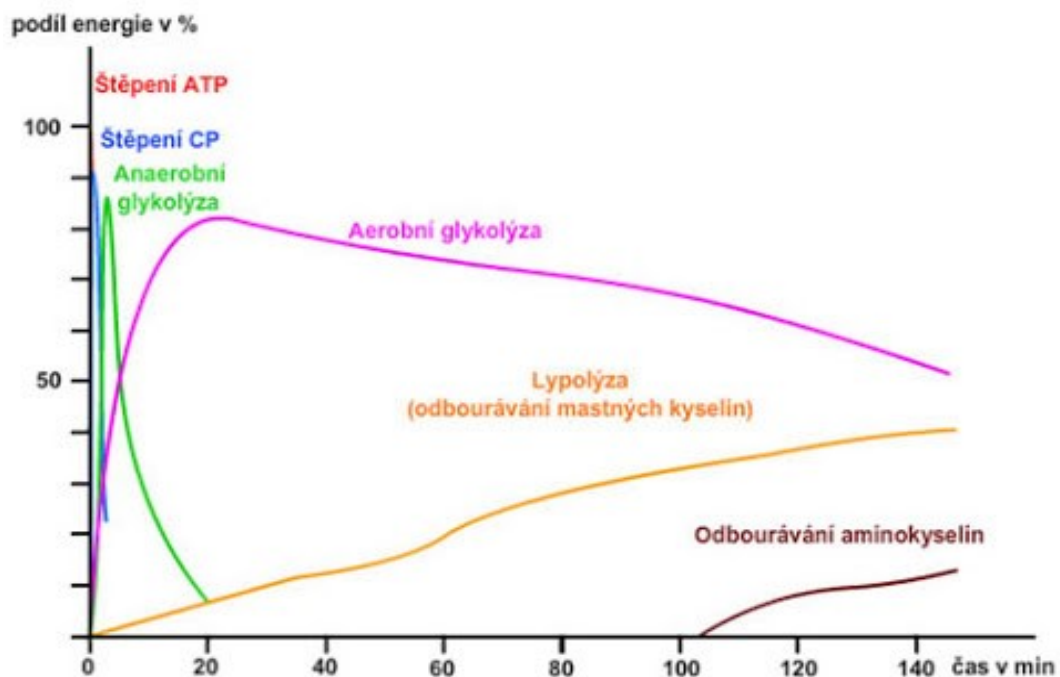
## Vytrvalostní zátěž

Její délka se pohybuje v rozsahu minut až hodin. V atletice zahrnuje běhy na 800 m až 5000 m, půlmaratonové a maratonové běhy, dále se sem řadí skupinové tréninky, spinning, rekreační běh, aerobik, jízda na kole atp. Hlavním zdrojem energie v prvních minutách je glukóza spalovaná formou anaerobní glykolýzy, asi po dvou minutách se do popředí dostává spalování pomocí oxidativní fosforylace. Oba procesy ale stále probíhají současně, pouze jeden z nich převažuje. Tvorba laktátu se při oxidativní fosforylaci snižuje a při zátěži se postupně odbourává, tím je zajištěno pokračování ve výkonu. Po 20-30 minutách sportovní zátěže se společně s oxidativní fosforylací začíná uplatňovat i lipolýza, která využívá energii z tuků, tedy  $\beta$ -oxidací mastných kyselin. Tuky (triacylglyceroly) jsou zde štěpeny na glycerol a mastné kyseliny. Energetická výtěžnost je oproti oxidativní fosforylaci asi poloviční a využití lipolýzy nepřesahuje 50 % zisku energie. Po asi 90 minutách zátěže se začínají uplatňovat i aminokyseliny a glukoneogeneze z látek nesacharidové povahy. Nejedná se ale o výhodný proces, jelikož na výrobu 1 mol glukózy je potřeba 12 mol ATP. Proto je snahou sportovce vytvoření co největších zásob glykogenu, aby se glukoneogeneze uplatnila co nejpозději. [30,35]

Obrázek 2 - Graf znázorňující závislost různých zdrojů energie na délce sportovního výkonu (v rozmezí 0 až 140 s). [33]



Obrázek 3 - Graf znázorňující závislost různých zdrojů energie na délce sportovního výkonu (v rozmezí 0 až 140 min). [33]



### 5.3. Kofein a vytrvalostní výkon

Kofein má prokázaný vliv na zlepšení vytrvalostního výkonu. Z 59 prozkoumaných studií představovalo 46 nebo 78 % ergogenní nálezy po suplementaci kofeinem. Nejvýznamnějším účinkem je zvýšená sekrece katecholaminů, přímý účinek na cyklický adenosinmonofosfát (cAMP), které pomáhají stimulovat lipolýzu oxidací mastných kyselin. Dalšími mechanismy jsou stimulace svalových neurotransmiterů, Na-K pumpy a většího zapojení motorických jednotek. Dochází tak k šetření svalového glykogenu a prodlužuje se čas potřebný k vyčerpání organismu. [35] Podle studie Costilla (Costill a kol. 1978), dávka 4–5 mg/kg kofeinu (asi 300–400 mg pro 75 kg jedince) stimuluje uvolňování volných mastných kyselin z tukové tkáně a může tak dojít k šetření svalového glykogenu během cvičení a prodloužit tak dobu potřebnou k vyčerpání. Ergogenní odpověď na kofein během vytrvalostního cvičení je ovlivněna několika faktory, jako je dávka, trénovanost, načasování požití, historie užívání kofeinu sportovce, abstinence, zdroj kofeinu a použitá měřicí opatření. [27]

### 5.4. Kofein a silový výkon

Pokud jsou zkoumány kratší a silové aktivity, výsledky jsou méně přesné, protože potenciální zlepšení je obtížné měřit kvůli intenzivní povaze cvičení. Tyto oblasti jsou v začátcích podrobnějšího výzkumu, ale zdá se, že i při cvičení trvajícím alespoň 60 sekund kofein může být ergogenní. Zda má kofein pozitivní účinek při intenzivnějším cvičení je kontroverzní, ale opět neexistují žádné studie, které by vykazovaly negativní efekt na výsledky. [21] Uvádí se, že mnoho silových sportovců používá kofein ke zvýšení své výkonnosti. Není jasné, zda vnímání zlepšení souvisí s maximální silou, efektem nabuzení nebo mírou vnímání únavy. Jde stále o oblast, kde existuje zřetelný nedostatek kvalitních prací. Byly publikovány studie, které uvádějí, že kofein zvyšuje myoneurální funkci na kontraktilitu svalu. Kofein také snižuje vnímání námahy a pocitu bolesti ve všech aktivitách s výjimkou velmi krátkého anaerobního cvičení. [27] Warren (2010) ve své metaanalýze 34 vědeckých studií zkoumá účinek kofeinu na svalovou sílu při maximální volní kontrakci (MVC) a svalové vytrvalosti. Z metaanalýzy vyplývá, že kofein zvyšuje MVC především v extenzorech kolene a zvyšuje procento aktivovaných svalů v těle, toto svědčí o aktivačním účinku na CNS. Kofein rovněž mírně zvýšil svalovou vytrvalost. [35] Podle metaanalýzy Grgice a kol. se zdá, že kofein poskytuje významné ergogenní účinky na svalovou sílu a výkon. Vyjádření síly ve formě 1RM je nejspecifičtější pro

powerlifting, ale může se projevit ve zlepšení výkonu v řadě dalších silových i kolektivních sportů. Studie například zmiňuje sporty, kde je časté skákání, například volejbal či basketbal. Podskupinové analýzy předkládají, že účinky kofeinu na sílu mohou být výraznější ve svalech horní části těla, ale studie musíme brát s nadhledem, jelikož je zapotřebí důkladnější výzkum. V těchto studiích však převládali muži a podání kofeinu ve formě kapslí. [20]

## **5.5. Dávkování ve sportu**

Při většině studií je typicky požívaná dávka asi 200-300 mg kofeinu (3-4 mg/kg tělesné hmotnosti). Maximální dávky se uvádějí do 9 mg/kg, poté už se ergogenní účinky neprojevují nebo se začínají vyskytovat nežádoucí účinky. Dále se také ukázalo, že ke zlepšení výkonu je výhodnější více menších dávek během a před tréninkem než jedna vyšší dávka před začátkem tréninku. Rozdíly mohou být také zaznamenány při požití kofeinu společně s jídlem. Příjem sacharidů (gelů, nápojů) může zvyšovat účinek kofeinu. [21] Před rokem 2004 byli sportovci diskvalifikováni z olympijské soutěže, pokud hladiny kofeinu v moči překročily 12 µg/ml. Většina tréninkových přípravků dnes obsahuje v jedné dávce množství asi 200 mg kofeinu. [27]

## **5.6. Doping**

Dopingem je myšleno zneužívání tělu cizích nebo vlastních látek ve vyšším množství, s účelem zvýšení výkonnosti. Užívání dopingu je dnes již mnohem více rozšířenější mezi rekreačními sportovci a mládeží. Tato skutečnost se považuje za součást drogové pandemie a je závažnějším problémem než doping ve vrcholovém sportu. Doping běžné populace je však na rozdíl od vrcholových sportovců nepostížitelný, pokud se nejedná o látky zařazené v protidrogovém zákonu. U vrcholových sportovců vydává dopingová pravidla Mezinárodní antidopingová agentura (WADA). Doping byl v historii zaznamenán již od pravěku. V roce 1963 byl Mezinárodním olympijským výborem (MOV) vytvořen první seznam zakázaných látek ve sportu. Nyní seznamy zakázaných látek obsahují skupiny jako stimulancia, narkotika, anabolické steroidy, diuretika, hormony nebo zakázané dopingové metody.

Kofein se nacházel v seznamu zakázaných látek až do roku 2004. Za pozitivní doping se považovaly koncentrace v moči vyšší než 12 µg/ml. Figuroval zde právě kvůli

stimulaci mozkové činnosti, oddálení únavy a ospalosti, šetření svalového glykogenu, ergogenního efektu na organismus a některé studie také potvrzovaly zvýšení svalové síly a vytrvalosti. Ze seznamu byl vyřazen na základě jeho velmi rozsáhlému rozšíření ve většině potravin (káva, čaj, nápoje). [35]

## **Praktická část**

### **6. Cíl výzkumu**

Cílem této práce bylo zjistit, zda má podání kofeinu před výkonem účinek na zvýšení svalové síly při testu na jedno maximální opakování (1 RM) v mrtvém tahu a bench pressu. Dále jsem se snažila zjistit, jaké další efekty na lidský organismus se mohou projevit při jeho konzumaci v souvislosti s tělesnou zátěží.



## 7. Metodika

Studie byla provedena formou kvantitativního experimentu ve dvou testováních. Při každém z testů měli účastníci zvednout svou maximální váhu na jedno opakování ve dvou vybraných cvicích, konkrétně v mrtvém tahu a bench pressu. Asi půl hodiny až hodinu před začátkem testu byl účastníkům podán práškový kofein odpovídající 3 mg/kg tělesné hmotnosti nebo čistá glukóza jako placebo. Před a po testech jim byl změřen tlak a puls na digitálním tlakoměru a v průběhu testů si měli zapisovat všechny své subjektivně vnímané pocity a dosažené výsledky.

### 7.1. Příprava testování

Samozřejmostí celé bakalářské práce byly konzultace s vedoucím práce a příprava potřebných písemností, dotazníku, informovaných souhlasů pro účastníky a schvalovací proces od Etické komise. Následoval výběr a oslovení potencionálních účastníků. Vzorek se skládal pouze z trénovaných jedinců se zkušenostmi v posilování, kvůli náročnosti provedení techniky daných cviků. Celkem podepsalo informovaný souhlas a bylo seznámeno s pravidly a průběhem testů 27 sportovců, převážně trénujících CrossFit nebo klasické posilování či fitness. Nakonec testování proběhlo pouze u 24 subjektů, jelikož u 3 se vyskytlo onemocnění nebo úraz před nebo mezi konáním jednotlivých testů.

Jednotliví účastníci byli poučeni o rizicích a nežádoucích účincích spojených s konzumací kofeinu. Byla jim vysvětlena pravidla a průběh testování, která zahrnovala např. zákaz konzumace kofeinu minimálně 72 hodin před testem, nepodstupovat těžší fyzickou aktivitu minimálně 48 hodin před testem, zajistit podobné podmínky pro vykonávání obou testů atd. (více Příloha č.4 Text informací pro subjekty hodnocení). Následně podstoupili sportovní lékařskou prohlídku v Ústavu tělovýchovného lékařství a sportu 1. LF UK u pana doc. MUDr. Zdeňka Vilíkuse, který schválil jejich účast v experimentu. Účastníci dále vyplnili dotazník a na jeho základě jim byly přiděleny dva sáčky s čísly 1 a 2, v jednom s adekvátním množstvím kofeinu značky *Czech Virus* odpovídajícím 3 mg/kg tělesné hmotnosti smíchaného s glukózou a ve druhém stejné množství glukózy jako placebo.

## **7.2. Charakteristika výzkumného souboru**

Celkem testy absolvovalo 24 lidí, z toho 7 mužů a 17 žen. Průměrný věk činil 27 let, nejstarším zúčastněným bylo 43 let, nejmladším 19 let. Váha byla průměrně 71 kg a výška 172 cm. Nejvyšší muž měřil 182 cm, nejnižší 176. Nejtěžší muž vážil 90 kg a nejlehčí 80 kg. Výška u žen dosahovala maximálně 177 cm a minimálně 162 cm. Váha žen se pohybovala od 52 kg po 84 kg. Index hmotnosti BMI byl průměrně 23,8. U mužů i některých žen se BMI pohybovalo na hranici nadváhy až obezity, což svědčí o vysokém podílu svalové hmoty u trénovaných jedinců, nikoliv o vysokém podílu tuku.

Tabulka číslo 1 zobrazuje charakteristiku výzkumného souboru. Udává pohlaví, věk, výšku v centimetrech, váhu v kilogramech a BMI.

Tabulka 1 - Charakteristika výzkumného souboru

	Pohlaví	Věk	Výška (cm)	Váha (kg)	BMI
1	Ž	21	168	63	22,3
2	Ž	28	162	65	24,8
3	M	20	178	84	26,7
4	Ž	43	172	56	19,7
5	M	30	182	80	24,2
6	Ž	22	162	60	22,9
7	Ž	28	169	69	24,2
8	Ž	27	164	56	20,8
9	M	28	179	83	25,9
10	M	28	182	90	27,2
11	Ž	19	165	60	22
12	Ž	29	175	77	25,1
13	Ž	21	171	59	19,8
14	M	24	180	80	24,7
15	M	28	180	83	25,6
16	M	23	176	87	28
17	Ž	32	168	72	25,5
18	Ž	29	165	84	30
19	Ž	43	170	62	21,5
20	Ž	19	165	52	19,1
21	Ž	24	176	70	22,6
22	Ž	27	177	74	23,6
23	Ž	27	172	57	19,3
24	Ž	22	171	73	25
<b>Průměr</b>		<b>26,8</b>	<b>172</b>	<b>70,7</b>	<b>23,8</b>

### 7.3. Praktický průběh realizace

Účastníci prováděli testy v několika etapách po určitém počtu lidí kvůli časové i prostorové kapacitě. Testy probíhaly v crossfitové tělocvičně, kde je všichni prováděli za stejných podmínek. Cca jednu hodinu před testem vypili obsah sáčku 1 nebo 2 rozmíchaný v asi 300-400 ml ochucené vody (šťávy, džusu, minerálky), aby nebyla poznat poněkud hořká příchutí kofeinu. Bohužel někteří účastníci i tak

poznali, ve kterém sáčku byl kofein, kvůli jeho hořkosti, a to mohlo přispět ke zkresleným výsledkům. Asi během hodinové pauzy (kdy kofein dosahuje maxima v krvi jedince), se sportovci rozešli (na vesle, běžeckém páse nebo individuálně) a byl jim změřen tlak a puls. Poté přešli na vykonání cviků. Jako první testovali bench press, kdy postupně přidávali od rozehřívacích sérií až na jejich jedno maximální opakování. Stejný postup probíhal i u mrtvého tahu. Mezi cviky i sériemi byly dostatečné pauzy k odpočinku a hydrataci organismu. Po dokončení testu byl znovu změřen tlak i puls a následovalo závěrečné protažení pro následnou lepší regeneraci. Tento test byl opakován ve stejném postupu dvakrát v rozestupu 3-7 dnů se všemi účastníky. Účastníci si zapisovali výsledky a pocity během testů do poznámek v dotazníku (příloha č. 5 Dotazník pro zúčastněné). Po dokončení testů jsem všechny informovala o obsahu sáčku, ve kterém byl kofein a ve kterém placebo. Následně jsme společně vyplnili výstupní část. Všechny výsledky jsem následně vyhodnotila v tabulkách.

#### **7.4. Metodika hodnocení**

K hodnocení svého výzkumu jsem pracovala s funkcemi aritmetický průměr a se statistickou funkcí párový T-test (dvouvýběrový párový T – test se střední hodnotou) známý též jako Studentův test. Nulová hypotéza předpokládala, že výsledek bude u testu s kofeinem i bez něj stejný a proband nezlepší svůj výkon při zvedání zátěže na bench pressu či v mrtvém tahu. K posouzení byla zvolena hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ . Díky těmto výsledkům jsem porovnávala výsledky měření jednotlivých probandů a získaná hodnota odhalila, zda došlo ke statisticky významnému rozdílu v obou měřeních, tedy zda byla hodnota  $p < 0.05$  a tím zamítnuta nulová hypotéza. Jinými slovy testujeme, zda se dostavil očekávaný účinek podpůrné látky.[24]

Podoba výsledků je graficky znázorněna v příslušných tabulkách a grafech a dále pro účastníky zpracována krátká prezentace v podobě přednášky, shrnující jejich dosažené výsledky.

## 8. Výsledky

V této kapitole uvádím jednotlivé výsledky měření provedených testů. Hodnotila jsem výkon, naměřený krevní tlak a tep a subjektivní pocity probandů. Výsledky jsem kvůli přehlednosti znázornila v několika tabulkách a grafech níže v práci. Tabulku s výkony jsem následně rozdělila na tabulky mužů a žen, abych porovнала, zda byl v testech značnější rozdíl mezi pohlavími.

Tabulka č. 2 ukazuje celkové výsledky všech probandů. Je uvedeno pohlaví, dosažený výkon při zvednutí 1 maximálního opakování (1RM-repetition maximum) s užitím kofeinu a s užitím placebo v mrtvém tahu a bench pressu. Dále je uveden rozdíl (CAF-PL) mezi uzvednutou váhou v obou testech (CAF-PL Mrtvý tah, CAF-PL Bench press). Kladná hodnota ukazuje lepší výkon u testu s kofeinem, záporná ve prospěch placebo. Výsledné váhy u každého cviku jsou zprůměrovány a od nich se poté vyvíjí hodnota p.

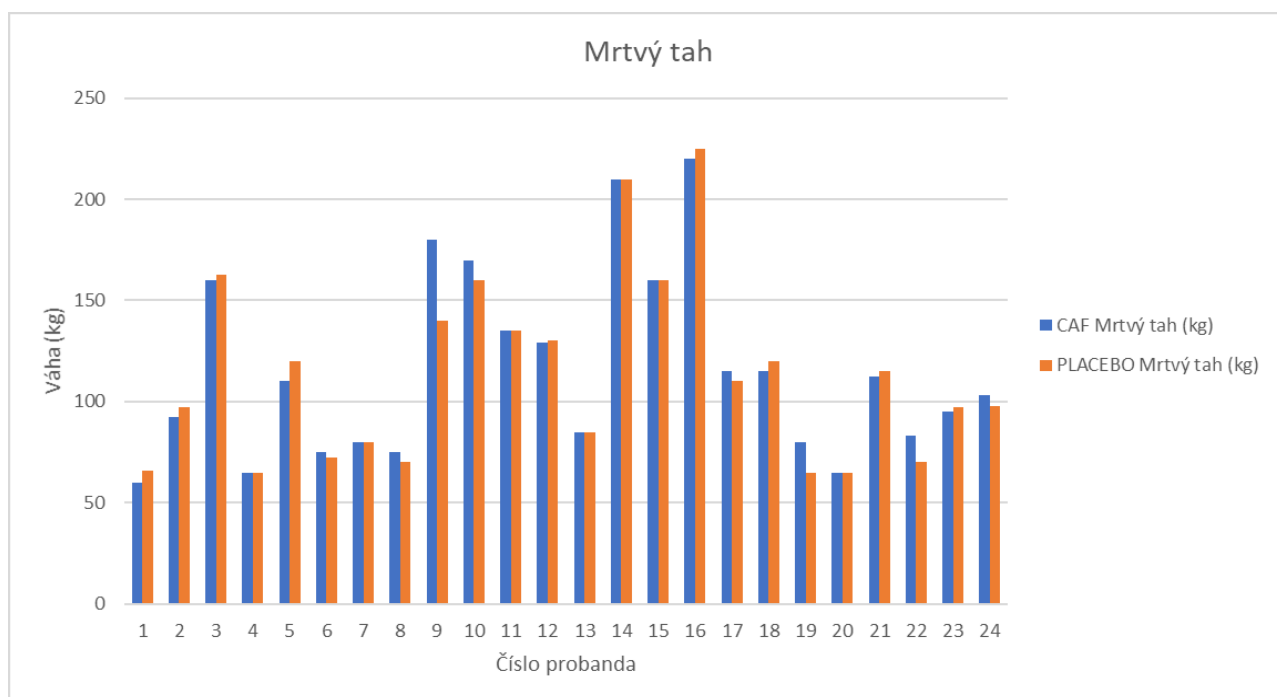
Naměřená průměrná hodnota mrtvého tahu činí s kofeinem (CAF Mrtvý tah) 115,6 kg a je o 2,3 kg vyšší než při užití placebo (PLACEBO Mrtvý tah), která činí 113,3 kg. Nejvyšší naměřená hodnota byla naměřena u muže číslo 16, jehož výsledek činil u testu s placebem 225 kg. Nejnižší naměřená hodnota je u ženy číslo 1, která činí 60 kg. U muže číslo 10 byla naměřena nejvyšší odchylka a to 40 kg. Tato odchylka se značně projevila na výsledku celé studie. Celkově se při mrtvém tahu zlepšilo 8 účastníků, zhoršilo 9 účastníků. V bench pressu se 8 zlepšilo a 5 zhoršilo svůj výkon.

Výkon v bench pressu byl nejvyšší u muže č. 3 jak u testu s kofeinem, tak s placebem a činil 115 kg. Nejnižšího výsledku dosáhla žena č. 19, v obou testech s 30 kg. Průměrný výsledek testů s kofeinem byl 58,9 kg s placebem 58,6 kg, odchylka tedy činila 0,3 kg.

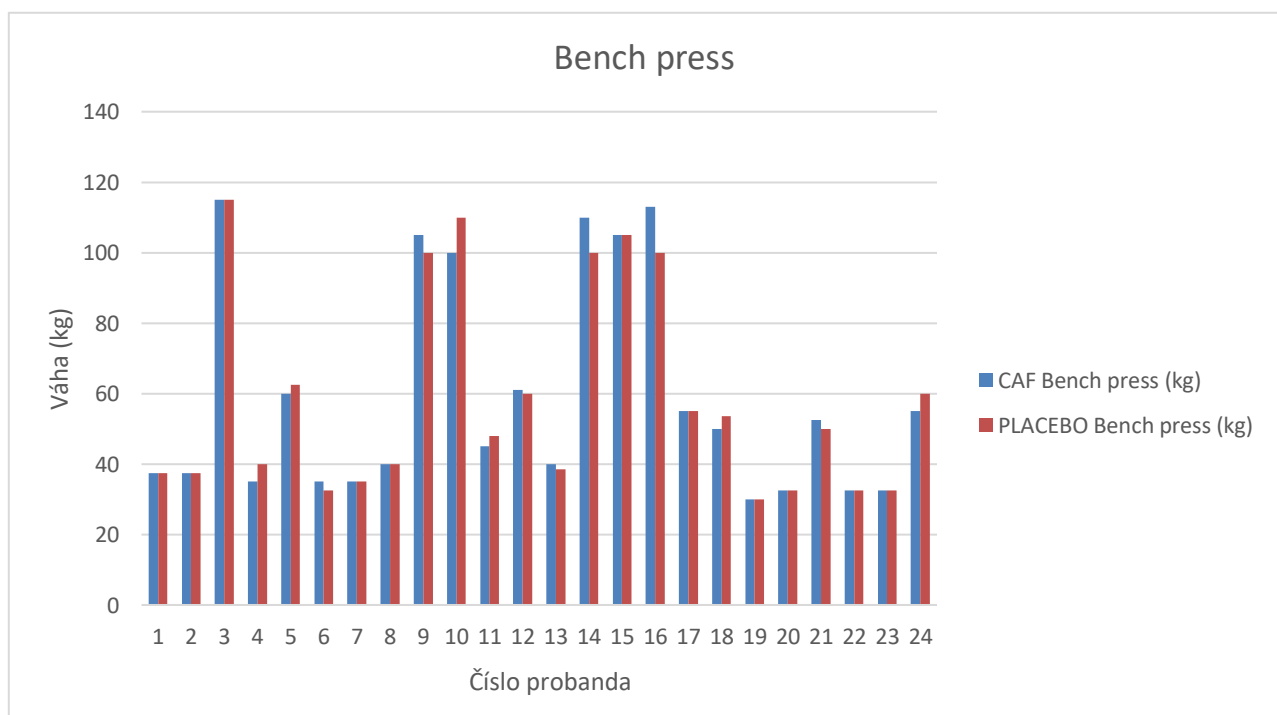
Tabulka 2 - Celkové výsledky testování

	Pohlaví	CAF Mrtvý tah (kg)	CAF Bench press (kg)	PLACEBO Mrtvý tah (kg)	PLACEBO Bench press (kg)	Mrtvý tah CAF-PL (kg)	Bench press CAF-PL (kg)
1	Ž	60	37,5	66	37,5	-6	0
2	Ž	92,5	37,5	97	37,5	-4,5	0
3	M	160	115	162,5	115	-2,5	0
4	Ž	65	35	65	40	0	-5
5	M	110	60	120	62,5	-10	-2,5
6	Ž	75	35	72,5	32,5	2,5	2,5
7	Ž	80	35	80	35	0	0
8	Ž	75	40	70	40	5	0
9	M	180	105	140	100	40	5
10	M	170	100	160	110	10	-10
11	Ž	135	45	135	48	0	-3
12	Ž	129	61	130	60	-1	1
13	Ž	85	40	85	38,5	0	2,5
14	M	210	110	210	100	0	10
15	M	160	105	160	105	0	0
16	M	220	113	225	100	-5	13
17	Ž	115	55	110	55	5	0
18	Ž	115	50	120	53,5	-5	-3,5
19	Ž	80	30	65	30	15	0
20	Ž	65	32,5	65	32,5	0	0
21	Ž	112,5	52,5	115	50	-2,5	2,5
22	Ž	83	32,5	70	32,5	13	0
23	Ž	95	32,5	97	32,5	-2	0
24	Ž	103	55	98	60	5	5
Průměr (kg)		115,6	58,9	113,3	58,6	2,3	0,3
p - hodnota						0,253	0,775

*Graf 1 - Výsledky v mrtvém tahu*



*Graf 2 - Výsledky v bench pressu*



## 8.1. Výsledky žen

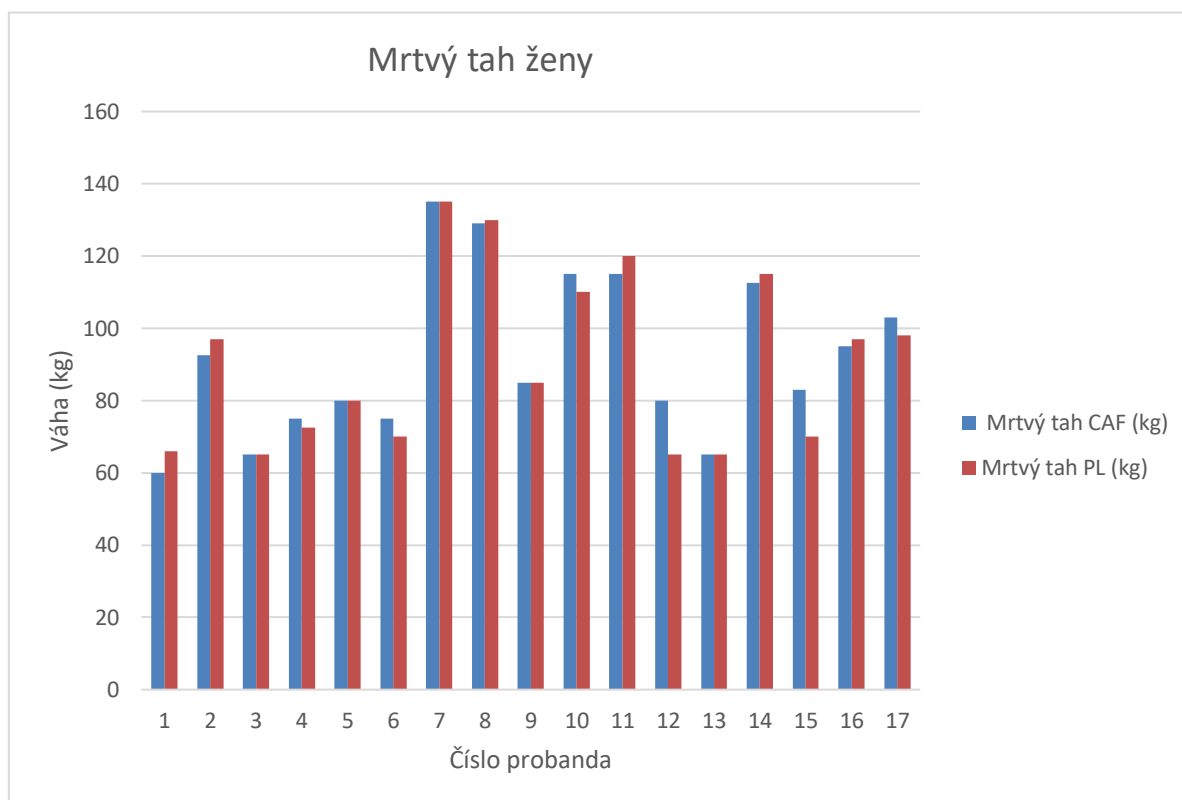
Ve výsledcích žen u mrtvého tahu nejlepší výkon podala žena číslo 7 s uzvednutými 135 kg na jedno opakování, nejméně uzvedla žena č. 1 a to 60 kg. Průměrná uzvednutá váha byla 92,1 kg s kofeinem a 90,6 kg s placebem, tudíž průměrně o 1,5 kg zlepšení při užití kofeinu. Celkově se 6 žen zlepšilo, 6 zhoršilo a 5 podalo stejný výkon. V bench pressu dosáhla nejvyššího výsledku žena č. 8 s váhou 61 kg a nejnižší váhu uzvedla žena č. 12 s 30 kg. Průměrně ženy na bench press uzvedly 41,5 kg s kofeinem a 42,1 kg s placebem, což je oproti testu s kofeinem zhoršení o 0,6 kg. Celkově se v bench pressu zlepšilo 5 žen, zhoršily 3 ženy a výsledek byl stejný u 9 žen. Výsledky jsou zobrazeny v tabulce č. 3 a grafech 3,4. Hodnoty se nepovažují za významné ( $p = 0,318$ ,  $p = 0,345$ ).

Tabulka 3 - Výsledky žen

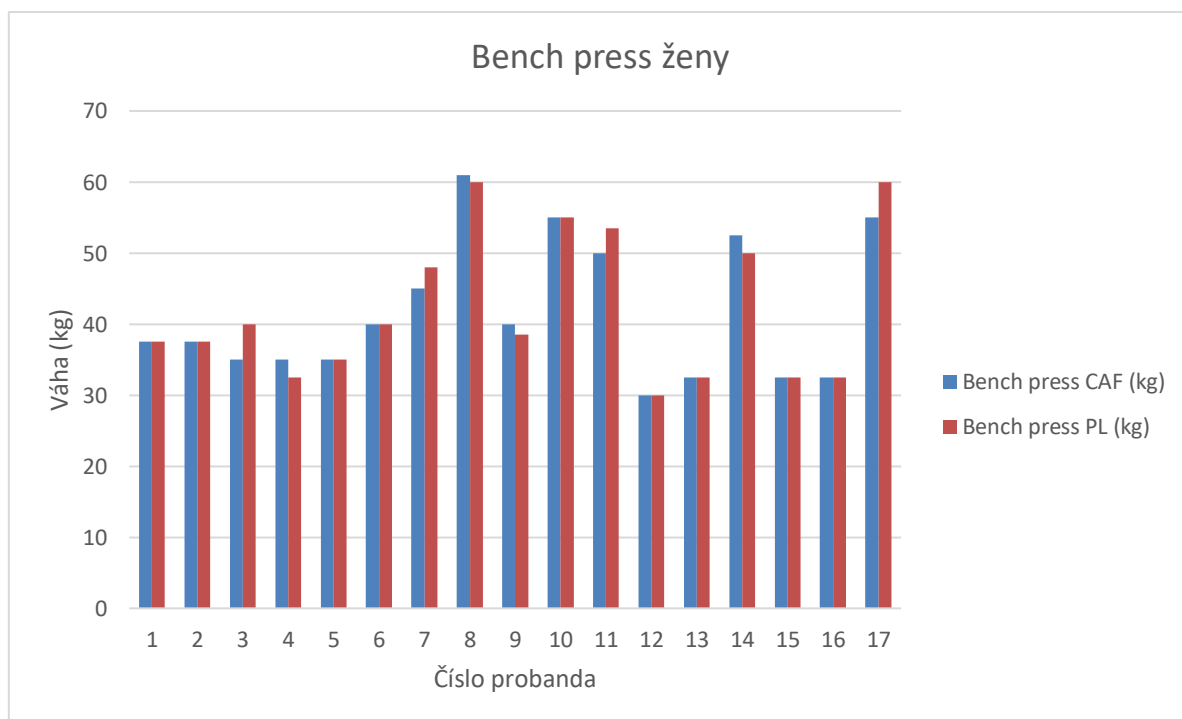
Ženy	Mrtvý tah CAF (kg)	Bench press CAF (kg)	Mrtvý tah PL (kg)	Bench press PL (kg)	Mrtvý tah CAF-PL (kg)	Bench press CAF-PL (kg)
1	60	37,5	66	37,5	-6	0
2	92,5	37,5	97	37,5	-4,5	0
3	65	35	65	40	0	-5
4	75	35	72,5	32,5	2,5	2,5
5	80	35	80	35	0	0
6	75	40	70	40	5	0
7	135	45	135	48	0	-3
8	129	61	130	60	-1	1
9	85	40	85	38,5	0	2,5
10	115	55	110	55	5	0
11	115	50	120	53,5	-5	-3,5
12	80	30	65	30	15	0
13	65	32,5	65	32,5	0	0
14	112,5	52,5	115	50	-2,5	2,5
15	83	32,5	70	32,5	13	0
16	95	32,5	97	32,5	-2	0
17	103	55	98	60	5	5
<b>Průměr (kg)</b>	<b>92,1</b>	<b>41,5</b>	<b>90,6</b>	<b>42,1</b>	<b>1,5</b>	<b>-0,6</b>
<b>p - hodnota</b>					<b>0,318</b>	<b>0,345</b>



Graf 3 - Výsledky žen v mrtvém tahu



Graf 4 - Výsledky žen v bench pressu



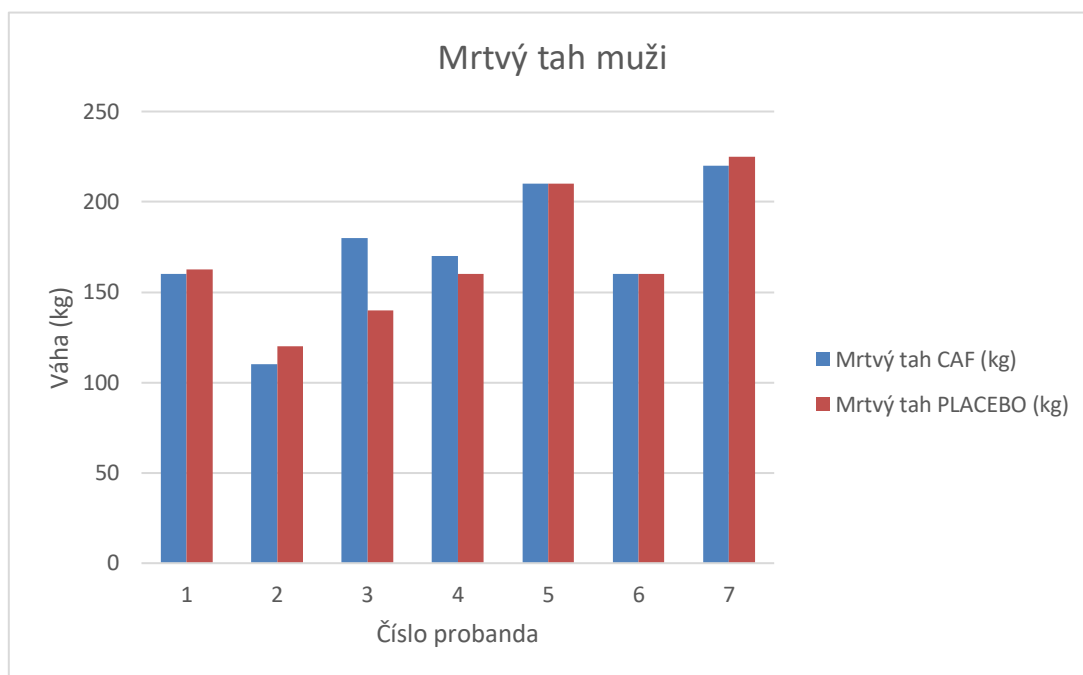
## 8.2. Výsledky mužů

V tabulce č. 4 a grafu č. 5,6, je zaznamenán výkon mužů. Na mrtvý tah podal nejlepší výkon muž č. 7 s 225 kg. Nejnižší váhu uzvedl muž č. 2 s 110 kg. Nejlepšího zlepšení po podání kofeinu oproti placebo bylo naměřeno u muže č. 3 a to celých 40 kg. Celkem bylo zlepšení zaznamenáno u 2 mužů, další 2 se nezlepšili a 3 podali horší výkon. Průměrně se výkon mužů v mrtvém tahu zlepšil z 168,2 kg o 4,7 kg na 172,9 kg oproti placebo. U bench pressu byl nejvyšší výkon naměřen u muže č. 1 se 115 kg, nejméně uzvedl muž č. 2 a to 60 kg. Průměrná uzvednutá váha s kofeinem byla 101,1 kg s placebem 98,9 kg. 3 muži dosáhli s kofeinem lepšího výkonu, 2 stejného a 2 horšího. Průměrně zlepšení bylo 2,2 kg. Statistický rozdíl nebyl významný ( $p = 0,491$ ,  $p = 0,482$ ).

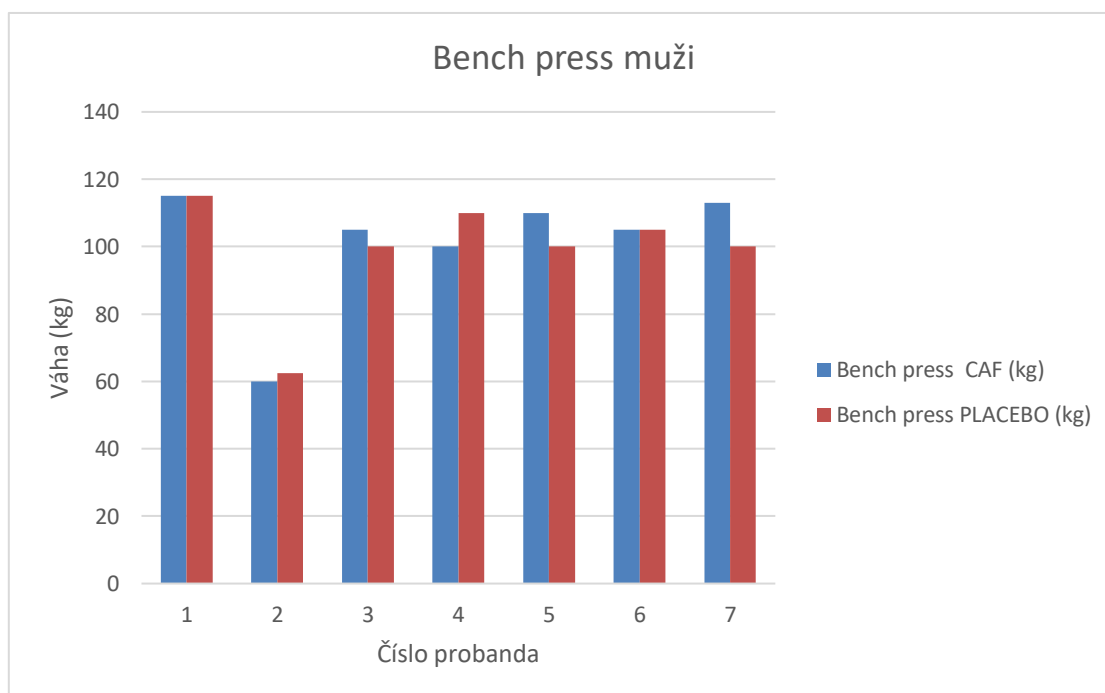
Tabulka 4 - Výsledky mužů

Muži	Mrtvý tah CAF (kg)	Bench press CAF (kg)	Mrtvý tah PLACEBO (kg)	Bench press PLACEBO (kg)	Mrtvý tah CAF-PL (kg)	Bench press CAF-PL (kg)
1	160	115	162,5	115	-2,5	0
2	110	60	120	62,5	-10	-2,5
3	180	105	140	100	40	5
4	170	100	160	110	10	-10
5	210	110	210	100	0	10
6	160	105	160	105	0	0
7	220	113	225	100	-5	13
<b>Průměr (kg)</b>	<b>172,9</b>	<b>101,1</b>	<b>168,2</b>	<b>98,9</b>	<b>4,7</b>	<b>2,2</b>
<b>p - hodnota</b>					<b>0,491</b>	<b>0,482</b>

**Graf 5 - Výsledky mužů v mrtvém tahu**



**Graf 6 - Výsledky mužů v bench pressu**



### 8.3. Další efekty kofeinu

Ve svém testování jsem dále chtěla zjistit, jestli se účinek kofeinu projeví na hodnotách tlaku a tepu. Všichni jedinci podstoupili 4 měření, naměřené hodnoty srdeční frekvence udává tabulka č. 5, tlaku srdce tabulka č. 6. Tabulka 5 zaznamenává srdeční frekvenci před testem s užitím kofeinu (Tep CAF před), po testu s užitím kofeinu (Tep CAF po), před testem s užitím placeba (Tep PL před), po testu s užitím placeba (Tep PL po), dále rozdíly mezi srdečními frekvencemi před testem s užitím kofeinu a s užitím placeba (Rozdíl CAF-PL před) a po testu (Rozdíl CAF-PL po). Průměr srdečních frekvencí před začátkem testování s kofeinem činil 82 tepů za minutu, což je o 6 tepů více než před začátkem testu s placebem. Po testu se průměrně hodnota lišila o 4 tepy za minutu, tedy z 81 tepů za minutu s kofeinem a 78 s placebem. Nejvyšší rozdíl v tepu byl naměřen u ženy č. 23, kdy se frekvence lišila o 26 tepů při testu s kofeinem a o 23 při testu s placebem. Průměr tlaků (Tab. 6.) před začátkem testu s kofeinem (Tlak krve CAF před) byl 131/79, po testu (Tlak krve CAF po) 132/78. Průměr tlaků před začátkem testu s placebem (Tlak krve PL před) byl 125/78, po testu (Tlak krve PL po) 123/76. Můžeme tedy pozorovat lehce vyšší tlak i tepovou frekvenci při testu s kofeinem, pravděpodobně účinkem působení kofeinu na zvýšené vyplavování adrenogenních hormonů.

Tabulka 5 - Naměřené srdeční frekvence

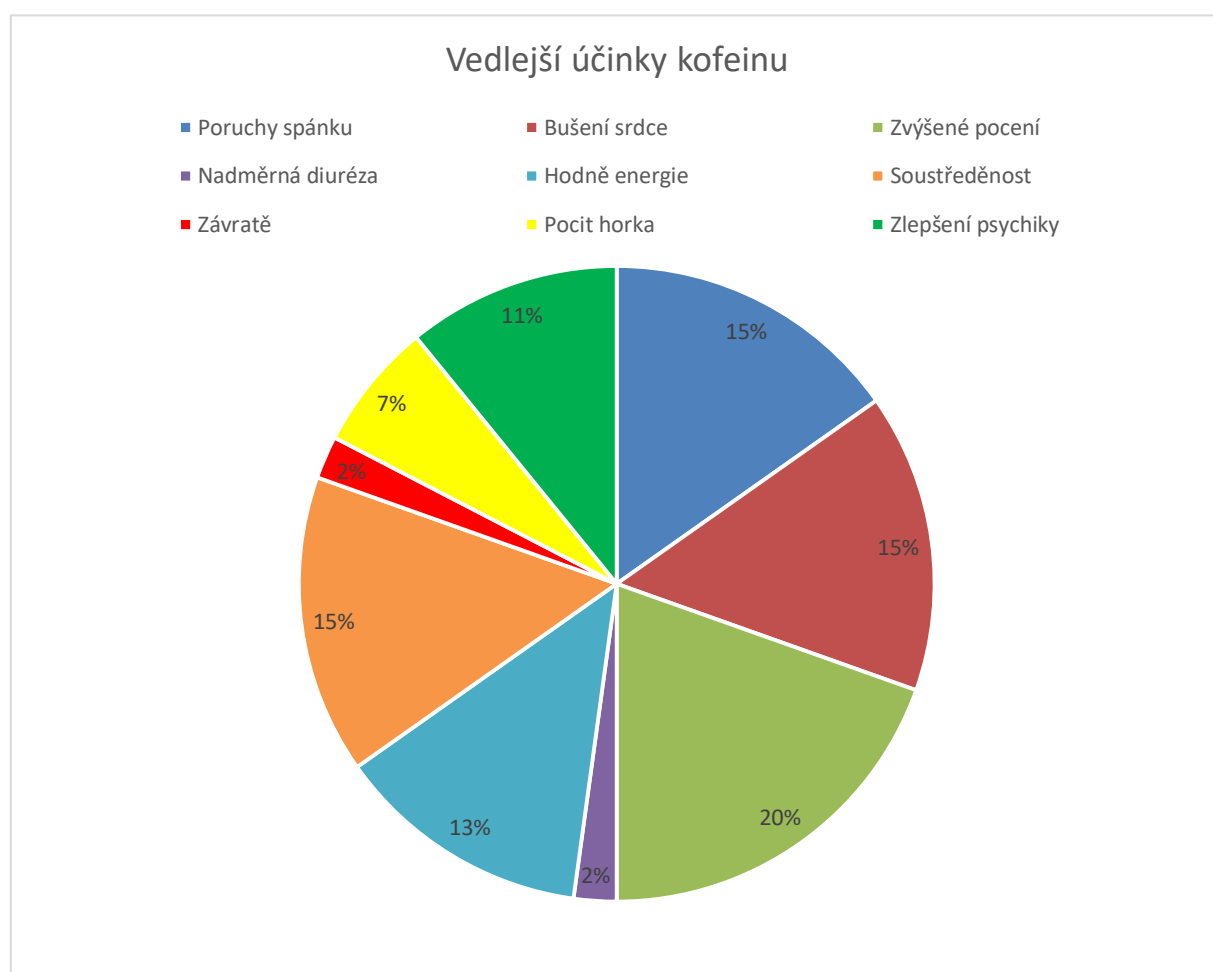
	Pohlaví	Tep CAF před	Tep CAF po	Tep PL před	Tep PL po	Rozdíl CAF -PL před	Rozdíl CAF- PL po
1	Ž	67	66	79	74	-12	-8
2	Ž	79	82	82	82	-3	0
3	M	73	72	66	62	7	10
4	Ž	78	77	68	66	10	11
5	M	79	78	75	76	4	2
6	Ž	90	83	80	78	10	5
7	Ž	89	86	88	87	1	-1
8	Ž	80	77	71	62	9	15
9	M	81	66	92	71	-11	-5
10	M	73	70	59	57	14	13
11	Ž	77	75	73	81	4	-6
12	Ž	78	78	73	71	5	7
13	Ž	96	91	74	71	22	20
14	M	87	83	72	70	15	13
15	M	66	92	70	79	-4	13
16	M	99	96	81	97	18	-1
17	Ž	74	74	75	77	-1	-3
18	Ž	66	78	69	74	-3	4
19	Ž	91	83	76	78	15	5
20	Ž	88	96	77	101	11	-5
21	Ž	73	72	74	85	-1	-13
22	Ž	90	84	101	88	-11	-4
23	Ž	101	100	75	77	26	23
24	Ž	81	85	84	78	-3	7
<b>Průměr (tepů/min)</b>		<b>82</b>	<b>81</b>	<b>76</b>	<b>77</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>p-hodnota</b>						<b>p = 0,024</b>	<b>p = 0,034</b>

Tabulka 6 - Naměřené tlaky krve

	Pohlaví	Tlak krve CAF před	Tlak krve CAF po	Tlak krve PL před	Tlak krve PL po
1	Ž	110/69	106/64	111/62	98/64
2	Ž	117/87	136/67	104/69	111/64
3	M	126/65	128/67	117/62	114/65
4	Ž	129/77	112/64	109/66	102/63
5	M	136/80	161/84	142/85	142/83
6	Ž	141/85	131/85	151/97	141/92
7	Ž	139/86	141/89	142/88	139/90
8	Ž	95/57	97/60	91/58	97/58
9	M	125/84	132/81	124/99	115/68
10	M	144/89	140/83	147/81	140/80
11	Ž	150/90	150/80	149/89	148/87
12	Ž	145/80	147/85	132/67	131/68
13	Ž	131/73	128/71	115/77	113/80
14	M	127/97	160/80	149/95	149/94
15	M	151/86	130/79	128/78	136/81
16	M	155/79	152/67	135/67	155/70
17	Ž	139/92	136/88	118/77	122/92
18	Ž	132/77	145/92	118/91	128/79
19	Ž	129/79	127/87	123/68	108/74
20	Ž	106/66	138/94	132/84	127/78
21	Ž	117/78	121/71	122/81	115/73
22	Ž	142/76	121/84	115/71	108/68
23	Ž	116/72	108/75	113/71	104/74
24	Ž	138/81	128/85	117/83	118/75
<b>Průměr</b>		<b>131/79</b>	<b>132/78</b>	<b>125/78</b>	<b>123/76</b>

Graf č. 7 zobrazuje odpovědi účastníků testu na vnímání subjektivních pocitů při užití kofeinu. I při dávce 3 mg na kg hmotnosti pociťovali někteří jedinci vedlejší účinky. Nejčastěji se projevilo zvýšené pocení (20 % probandů), vyšší soustředěnost (15 %), bušení srdce (15 %), poruchy spánku (15 %), více energie (13 %), zlepšení nálady (11 %), pocity horka (7 %), závrať (2 %) a nadměrná diuréza (2 %). Tyto účinky mohly mít efekt na výsledek při provádění testů. Nikdo ze zúčastněných nezaznamenal efekt na svalovou únavu nebo lepší regeneraci po testu, tento parametr je však obtížně hodnotitelný.

*Graf 7 - Vedlejší účinky kofeinu*



## 9. Diskuze

Hlavní otázkou této výzkumné práce bylo zjistit, jaký je efekt kofeinu na fyzickou silovou zátěž.

Podle výsledků provedených testů se může zdát, že kofein vykazuje některé ergogenní účinky. Váha, kterou uzvedl výzkumný vzorek na jedno maximální opakování se u mrtvého tahu průměrně zvýšila o 2,3 kg, u bench pressu o 0,6 kg. Hodnota statistického T – testu byla pro mrtvý tah  $p = 0,253$ , pro bench press  $p = 0,775$ , nejednalo se tedy o statisticky významné zlepšení ( $p > 0,05$ ). Nicméně záleží na mnoha dalších faktorech, které konečný výkon ovlivnily. Především záleželo na odlišné reakci organismu a různé míře tolerance jedince. Dále výkon mohla ovlivnit přijímaná strava, kvalita spánku, stres a psychika.

Dále mohl hrát roli účinek a volba placebo. Někteří jedinci poznali podle hořké chuti přítomnost kofeinu, přestože si prášek rozmíchali v ochuceném nápoji. Většinou šlo o jedince s vyšší hmotností, a tedy vyšší dávkou kofeinu. Při příštím testování, bych zvolila jinou formu podání kofeinu, například v podobě tablety, anebo také jinou formu placebo namísto glukózy. Takto by se zamezilo rozpoznání hořké chuti a identifikaci kofeinu, avšak bylo by nesnadné přesné dávkování a také podoba tablet s placebem.

Někteří probandi také předtím vůbec kofein nekonzumovali, což mohlo mít efekt na žaludeční diskomfort nebo i problémy se spánkem, které byly ale zaznamenány i u pravidelných konzumentů kofeinu. Těmto efektům by se mohlo zamezit předběžnými testy v podání kofeinu jednotlivcům v určité dávce na kilogram hmotnosti. Někteří jedinci totiž při dávce 3 mg/kg nepocítili žádné účinky, někteří zase reagovali až přehnaně.

Další otázkou je také příprava a organizace celého experimentu. I přesto, že spolupráce a komunikace s probandy byla velmi komplikovaná, bylo by třeba kvalitnějšího sledování, které však nebylo v mých časových ani prostorových možnostech. Nemohla jsem například sledovat jejich chování před testy a ověřit tak jestli plně dodrželi stanovené podmínky. I po častých upozorněních někteří jedinci po ukončení experimentu přiznali, že si například zapomněli rozmíchat vzorky v ochucené vodě, ale rozmíchali je pouze v čisté vodě a někteří například den před některým z testů požili větší množství alkoholu, což mohlo mít také vliv na výsledky.



Pro některé probandy nemusela být dávka adekvátní nebo se nemusel projevit účinek vzhledem k pomalejšímu metabolizování kofeinu. Test začínal asi hodinu po požití, kdy by měl kofein dosahovat nejvyšší koncentrace v krvi, u některých však vrcholu dosahuje až mnohem později, i po dvou hodinách. K objektivnějšímu posouzení výsledků by také mohl pomoci početnější výzkumný vzorek. Do výzkumného souboru by mohli být zařazeni také nesportující jedinci, více mužů, či rozdílnější věkové kategorie.

Problematika účinků kofeinu na silový výkon není stále podložena dostatkem studií. Prokázaný efekt má hlavně na střednědobou vytrvalostní aktivitu.

První studie, které zkoumaly účinky kofeinu na 1RM dynamické síly, nevykazovaly významný ergogenní efekt. Například Astorino a kol. [1] nenašli žádné účinky požití kofeinu na zvýšení výkonu při 1 RM testech v bench pressu a leg pressu mezi trénovanými muži. Studie Goldsteina a kol. [15] zahrnující trénované ženy, ukázala, že požití kofeinu může výrazně zlepšit horní část těla na 1 RM, posouzeno cvičením na bench pressu. Převládající problém mezi jednotlivými studiemi zkoumajícími účinky kofeinu při silovém cvičení, je malá velikost vzorku zkoumaných osob [18], což se může odrazit na výsledném statistickém hodnocení. Metaanalýza Grgice a kol. [20] z roku 2018 provedla studii na srovnání účinků kofeinu s placebem na 1 RM. Výsledky této metaanalýzy jasně dokazují zlepšení svalové síly při požití kofeinu ve cvicích bench press, leg press a dřep. Podskupinové analýzy také ukazují zlepšení síly horní části těla nikoliv části dolní. Z fyziologického hlediska ale neexistuje zdůvodnění, proč by kofein zvyšoval právě sílu horní části těla a ne dolní. [18] Některé studie také vykazují zlepšení 1 RM síly ve dřepu oproti placebo asi o 3 %. Zatím neznáme žádnou studii zkoumající účinky kofeinu na silový výkon při cvičení mrtvého tahu. Podle Grgice a kol. není žádné vědecké zdůvodnění, proč by kofein nevykazoval stejné nebo podobné ergogenní účinky v mrtvém tahu jako u dřepu či bench pressu. Stručně řečeno, dostupné studie naznačují, že příjem kofeinu zvyšuje maximální sílu o cca 3–4 %. [19]

## 10. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo zjistit, jaký účinek má kofein na silový výkon. Tuto skutečnost jsem ověřovala pomocí experimentu, při kterém se zúčastnění sportovci snažili uzvednout co nejtěžší možnou váhu na jedno opakování při cvicích mrtvý tah a bench press, jednou s použitím kofeinu podruhé s použitím placeba. Výsledek sice potvrdil ergogenní vliv kofeinu na sílu zlepšením účastníků o 2,3 kg na mrtvý tah a 0,3 kg na bench press, tento výsledek je ale podle párového T - testu statisticky nevýznamný,  $p > 0,05$ . Výsledek navíc mohl být zkreslen řadou nežádoucích faktorů nebo malým vzorkem studie.

Problematika kofeinu je poměrně široce prozkoumána na rozdíl od jiných sportovních suplementů. Známe o něm hodně informací, avšak některé oblasti stále postrádají dostatek studií, jako právě problematika silového výkonu. Je podloženo, že kofein může být vhodnou látkou k podpoření fyzického výkonu ale i pro léčebné účely, či užívání širokou společností.

## Seznam použitých zkratek

mg	miligram
kg	kilogram
TH	tělesná hmotnost
ATP	adenosintrifosfát
CP	kreatin fosfát
s	sekunda
min	minuta
č.	číslo
m	metr
atp.	a tak podobně
atd.	a tak dále
g	gram
l	litr
cm	centimetr
μg/ml	mikrogram na mililitr
mmol	milimol
BMI	Body Mass Index
cca	cirka
mg/kg	miligram na kilogram
mmol/l	milimol na litr
cAMP	cyklický adenosinmonofosfát
NL	našeho letopočtu

## Seznam použité literatury

- [1] Astorino, T. A., Rohmann, R. L., & Firth, K. (2007). Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. *European Journal Of Applied Physiology*, 102(2), 127-132. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0557-x>
- [2] Banerjee, P., Ali, Z., Levine, B., & Fowler, D. R. (2014). Fatal caffeine intoxication: a series of eight cases from 1999 to 2009. *Journal Of Forensic Sciences*, 59(3), 865–868. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12387>.
- [3] Barone, J. J., & Roberts, H. R. (1996). Caffeine consumption. *Food And Chemical Toxicology: An International Journal Published For The British Industrial Biological Research Association*, 34(1), 119–129. Retrieved from <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=cmedm&AN=8603790&lang=cs&site=eds-live&scope=site>
- [4] Burke, L. M. (2008). Caffeine and sports performance. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 33(6), 1319–1334. <https://doi-org.ezproxy.is.cuni.cz/10.1139/H08-130>
- [5] PubChem. (n. d.) *Caffeine*. Retrieved from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Caffeine>
- [6] Cassiano, N. M. (2010). Alkaloids: Properties, Applications, and Pharmacological Effects. Hauppauge, N.Y.: Nova Science Publishers, Inc. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=nlebk&AN=343877&lang=cs&site=eds-live&scope=site>
- [7] Cheek, M., Lawrence, P., & RBG Kew. (2018, August 16). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Retrieved from <https://www.iucnredlist.org/species/111376285/111449137>
- [8] Cherney, A. P. and K. (2018, September 29). *The Effects of Caffeine on Your Body*. Retrieved from <https://www.healthline.com/health/caffeine-effects-on-body#1>
- [9] Dueñas, J. F., Jarrett, C., Cummins, I., & Logan–Hines, E. (2016). Amazonian Guayusa (*Ilex guayusa* Loes.): A Historical and Ethnobotanical Overview. *Economic Botany*, 70(1), 85–91. doi:10.1007/s12231-016-9334-2

- [10] E., S., Panjikkaran, S. T., C. L., S., & P. R., R. (2019). Health benefits of bioactive compounds from cocoa (*Theobroma cacao*). *Agricultural Reviews*, 40(2), 143–149. <https://doi.org/10.18805/ag.R-1851>
- [11] Examine.com. (2019, October 8). *Caffeine Research Breakdown*. Retrieved from [https://examine.com/supplements/caffeine/research/#longevity-and-life-extension\\_mechanisms](https://examine.com/supplements/caffeine/research/#longevity-and-life-extension_mechanisms)
- [12] Franko, D. (2018, June 13). *Kofein: Don Franko*. Retrieved from <https://www.donfranko.cz/blog-o-kave/kofein/>
- [13] Gan, R.-Y., Zhang, D., Wang, M., & Corke, H. (2018). Health Benefits of Bioactive Compounds from the Genus *Ilex*, a Source of Traditional Caffeinated Beverages. *Nutrients*, 10(11), 1682. doi:10.3390/nu10111682
- [14] Ganio, M. S., Klau, J. F., Casa, D. J., Armstrong, L. E., & Maresh, C. M. (2009). Effect of Caffeine on Sport-Specific Endurance Performance: A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 315–324. doi:10.1519/jsc.0b013e31818b979a
- [15] Goldstein, E. R., Jacobs, P. L., Whitehurst, M., Penhollow, T., & Antonio, J. (2010). Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7(1), 18. doi:10.1186/1550-2783-7-18
- [16] Goldstein, E. R., Ziegenfuss, T., Kalman, D., Kreider, R., Campbell, B., Wilborn, C., ... Antonio, J. (n.d.). International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *JOURNAL OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SPORTS NUTRITION*, 7. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-7-5>
- [17] Gummadi, S. N., Bhavya, B., & Ashok, N. (2011). Physiology, biochemistry and possible applications of microbial caffeine degradation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 93(2), 545–554. doi:10.1007/s00253-011-3737-x
- [18] Grgic, J., Mikulic, P., Schoenfeld, B. J., Bishop, D. J., & Pedisic, Z. (2018). The Influence of Caffeine Supplementation on Resistance Exercise: A Review. *Sports Medicine*. doi:10.1007/s40279-018-0997-y
- [19] Grgic, J., Sabol, F., Venier, S., Tallis, J., Schoenfeld, B. J., Coso, J., & Mikulic, P. (2019). Caffeine Supplementation for Powerlifting Competitions: an Evidence-Based Approach, *Journal of Human Kinetics*, 68(1), 37-48. doi: <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0054>

- [20] Grgic, J., Trexler, E. T., Lazinica, B., & Pedisic, Z. (2018). Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1). doi:10.1186/s12970-018-0216-0
- [21] Graham, T. E. (2001). Caffeine and Exercise. *Sports Medicine*, 31(11), 785–807. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Terry\\_Graham/publication/11766595\\_Caffeine\\_and\\_exercise\\_metabolism\\_endurance\\_and\\_performance/links/5473b36a0cf29afed60f5972/Caffeine-and-exercise-metabolism-endurance-and-performance.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Terry_Graham/publication/11766595_Caffeine_and_exercise_metabolism_endurance_and_performance/links/5473b36a0cf29afed60f5972/Caffeine-and-exercise-metabolism-endurance-and-performance.pdf)
- [22] Heck, C. I., & de Mejia, E. G. (2007). Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): A Comprehensive Review on Chemistry, Health Implications, and Technological Considerations. *Journal of Food Science*, 72(9), R138–R151. doi:10.1111/j.1750-3841.2007.00535.x
- [23] Institute of Medicine (U.S.). (2001). Caffeine for the Sustainment of Mental Task Performance: Formulations for Military Operations. Washington, D.C.: National Academies Press. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=nlebk&AN=121303&lang=cs&site=eds-live&scope=site>
- [24] Kadlecová, N. (2019). Kofein a jeho vliv na sportovní výkon [Bakalářská práce]. Karlova univerzita.
- [25] *Kofein*. (c2018). Informační Centrum Bezpečnosti Potravin. Retrieved April 24, 2020, from <https://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/EFSA/Kofein.pdf>
- [26] Kysilka, J., & Krmencik, P. *Kofein*. Retrieved from <http://www.biotox.cz/chemicals/alkaloid/kofein.htm>
- [27] McLellan, T. M., Caldwell, J. A., & Lieberman, H. R. (2016). A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 71, 294-312. doi:10.1016/j.neubiorev.2016.09.001
- [28] Petriková, V. & Patočka, J. (2006). Káva očima toxikologa. Retrieved from <http://toxicology.cz/modules.php?name=News&file=print&sid=50>
- [29] Poole, R., Kennedy, O. J., Roderick, P., Fallowfield, J. A., Hayes, P. C., & Parkes, J. (2017). Coffee consumption and health: umbrella review of meta-analyses of multiple health outcomes. *BMJ*, j5024. doi:10.1136/bmj.j5024

- [30] Roubík, L. ([2018]). Moderní výživa ve fitness a silových sportech. Erasport.
- [31] Schimpl, F. C., da Silva, J. F., Gonçalves, J. F. de C., & Mazzafera, P. (2013). Guarana: Revisiting a highly caffeinated plant from the Amazon. *Journal of Ethnopharmacology*, 150(1), 14–31. doi:10.1016/j.jep.2013.08.023
- [32] Spiller, Gene A. Caffeine. Boca Raton: CRC Press, 1998. ISBN 0-8493-2647-8.
- [33] Teplá, M. (n.d.). *Biochemie ve vztahu ke sportovním výkonům, doping a antidoping*. Retrieved from <http://www.studiumbiochemie.cz/sport1.htm>
- [34] The Chemistry of Caffeine. Retrieved April 25, 2020, from <http://www1.udel.edu/chem/C465/senior/fall00/Caffeine/Chemistry.htm>
- [35] Vilikus, Z. (2015). Výživa sportovců a sportovní výkon. Praha: Karolinum.
- [36] Weismann, E. (c2015-2020). *Ecuador's "Superleaf" Tea: Could It Replace Your Afternoon Coffee?*. National Geographic. Retrieved April 25, 2020, from <https://www.nationalgeographic.com/news/2014/7/140703-guayusa-ecuador-amazon-health-foods-tea/>
- [37] Willson, C. (2018). The clinical toxicology of caffeine: A review and case study. *Toxicology Reports*, 5, 1140–1152. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2018.11.002>

# PŘÍLOHY

## Příloha č.1 Seznam obrázků, tabulek a grafů

Graf 1 - Výsledky v mrtvém tahu.....	39
Graf 2 - Výsledky v bench pressu .....	39
Graf 3 - Výsledky žen v mrtvém tahu .....	41
Graf 4 - Výsledky žen v bench pressu .....	41
Graf 5 - Výsledky mužů v mrtvém tahu .....	43
Graf 6 - Výsledky mužů v bench pressu.....	43
Graf 7 - Vedlejší účinky kofeinu .....	47
Obrázek 1 - Strukturní vzorec kofeinu [12] .....	11
Obrázek 2 - Graf znázorňující závislost různých zdrojů energie na délce sportovního výkonu (v rozmezí 0 až 140 s). [33] .....	27
Obrázek 3 - Graf znázorňující závislost různých zdrojů energie na délce sportovního výkonu (v rozmezí 0 až 140 min). [33].....	28
Tabulka 1 - Charakteristika výzkumného souboru.....	35
Tabulka 2 - Celkové výsledky testování .....	38
Tabulka 3 - Výsledky žen.....	40
Tabulka 4 - Výsledky mužů .....	42
Tabulka 5 - Naměřené srdeční frekvence .....	45
Tabulka 6 - Naměřené tlaky krve .....	46



## Příloha č.2 Informovaný souhlas

### Informovaný souhlas

Byl/a jste vybrán/a k výzkumu za účelem získání dat o účincích kofeinu při silovém výkonu. Výsledky měření budou zaznamenávány pro následné použití v bakalářské práci s názvem „Vliv kofeinu na silový výkon“. Tato práce se zabývá studiem kofeinu, jeho účinků na lidský organismus a v neposlední řadě studiem vlivu na průběh a výsledky vybrané sportovní aktivity.

Vaše spolupráce na tomto projektu je dobrovolná. Účast na výzkumu spočívá v podstoupení dvou testů o dvou cvicích – mrtvý tah a bench press, v intervalu asi tří dnů. Před testem bude podán buď kofein v práškové formě smíchaný s cukrem, nebo pouze cukr. Množství kofeinu bude adekvátní k Vaší hmotnosti. Průběh výzkumu bude po celou dobu kontrolován a výsledky zaznamenávány.

Anna Jílková

.....

Podpis

Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR a budou užita pouze pro účely bakalářské práce „Vliv kofeinu na silový výkon“ v anonymizované podobě.

Nebyla mi zjištěna žádná zdravotní kontraindikace, která by vylučovala konzumaci kofeinu nebo zvýšenou fyzickou aktivitu. Zároveň беру na vědomí možné zdravotní komplikace, které mohou nastat v souvislosti se zvýšeným příjmem kofeinu jakými jsou zejména bušení srdce, nervozita, nevolnost nebo přechodné zvýšení krevního tlaku. Před zařazením do studie se zúčastním preventivní tělovýchovně-lékařské prohlídky, kterou bude provádět doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve studii a s publikací dat ve výše zmíněné bakalářské práci, a že jsem měl možnost si řádně a v dostatečném čase promyslet všechny aspekty, které daný pokus obnáší, a zeptat se na vše podstatné týkající se mé účasti ve výzkumu. Byl jsem poučen o právu odmítnout účast ve výzkumu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat.

.....

Datum podpisu účastníka studie

.....

Jméno účastníka studie

.....

Podpis

.....

Datum podpisu zkoušejícího

.....

Jméno zkoušejícího

.....

Podpis

## **Příloha č.3 Souhlas přednosty zdravotnického pracoviště**

### **Souhlas přednosty zdravotnického pracoviště**

Tímto uděluji souhlas Anně Jílkové, studentce 3. ročníku oboru Nutriční terapie na 1. lékařské fakultě Univerzity Karlovy s provedením studie vlivu kofeinu na silový výkon, který zahrnuje individuální tréninky zahrnující cviky mrtvý tah a bench press a byl mi blíže popsán v podobě „Popisu projektu“. Tato studie bude tvořit podklad bakalářské práce „Vliv kofeinu na silový výkon“.

Účastníci podstoupí v dohodnutém termínu dva silové tréninky, jeden s použitím kofeinu, druhý s placebem. Trénink bude obsahovat dva cviky – mrtvý tah a bench press a účastník se bude snažit o zvednutí maximální váhy na jedno opakování (1 RM). Mezi tréninky bude dvou až třídní pauza (z důvodu regenerace a dostatečného odpočinku) a celý pokus se následně zopakuje. Pouze vedoucí studie bude vědět, při kterém tréninku byl podán kofein. Kofein bude podáván ve formě tablet a jeho množství bude odpovídat úměrně hmotnosti jedince (3 mg na kg hmotnosti). Jako placebo bude zvolen moučkový cukr. Výsledky mezi oběma testy budou zaznamenány a vyhodnoceny v tabulkách a budou tvořit podklad pro praktickou část bakalářské práce.

V Praze dne 18.10.2019

doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.,

přednosta Ústavu tělovýchovného lékařství

## Příloha č.4 Text informací pro subjekty hodnocení

### Text informací pro subjekty hodnocení

Vážená paní, vážený pane,

nabízím Vám účast na výzkumu účinků kofeinu v silovém tréninku, který poslouží jako základ bakalářské práce s názvem „Vliv kofeinu na silový výkon“. Uvádím zde pár informací ohledně průběhu celého výzkumu.

Popis studie:

Účastníci podstoupí v dohodnutém termínu dva silové testy, jeden s použitím kofeinu, druhý s placebem. Test bude obsahovat dva cviky – mrtvý tah a bench press, a účastník se bude snažit o zvednutí maximální váhy na jedno opakování (1 RM). Mezi testy bude dvou až třídní pauza (z důvodu regenerace a dostatečného odpočinku) a celý pokus se následně zopakuje. Pouze vedoucí studie bude vědět, při kterém testu byl podán kofein. Kofein bude podáván ve formě prášku a jeho množství bude odpovídat úměrně hmotnosti jedince (3mg na kg hmotnosti). Jako placebo bude zvolen cukr. Pro podání vytvoří vedoucí studie pro všechny účastníky 2 sáčky s označením 1 a 2. Do obou bude nasypáno určité množství cukru a do jednoho přidán i kofein v požadované dávce. V obou případech bude prášek podáván cca hodinu před testem a rozmíchán ve 200 ml vody.

Výsledky mezi oběma testy budou zaznamenány a vyhodnoceny v tabulkách a budou tvořit podklad pro praktickou část bakalářské práce. Vaše data se uvedou v anonymizované podobě, což je popsáno v sekci o informovaném souhlasu.

Z důvodu použitelnosti výsledků je důležité **před účastí na 1. i 2. testu** dodržet těchto pár pravidel:

- Neužívat žádnou formu kofeinu min. 72 hodin a nevyvíjet těžší sportovní zátěž, než je obvyklé min. 48 hodin před začátkem testů.
- Zvolit přibližně stejné stravování v den testu a před výkonem. (doporuč. větší polysacharidové jídlo cca 3 hodiny předem, menší svačina cca 1 hodinu předem)
- Zvolit stejné nebo podobné pracovní náčiní při obou testech. (obuv, bez obuvi,...)
- Před začátkem testu se dostatečně rozcvičit.
- Začít oba testy v přibližně stejnou denní dobu.
- Na určené cviky použít stejnou techniku. (šíře úchopu, postoje,...)
- Cviky provádět ve stejném pořadí při obou testech.

Dále Vás chci poprosit o vyplnění dotazníku ohledně provádění studie a podepsání informovaného souhlasu. Věřím, že si pokus užijete a bude pro Vás zajímavou zkušeností.

## Příloha č.5 Dotazník pro zúčastněné

### Dotazník k bakalářské práci

Vážení účastníci studie,

ráda bych Vás poprosila o vyplnění dotazníku sloužícího k praktické části mé bakalářské práce s názvem „Vliv kofeinu na silový výkon“. Všechny získané informace budou uvedeny v anonymní podobě a použity pouze pro účely práce. Dotazník se skládá ze vstupní a výstupní části. Vstupní část bude vyplněna před začátkem testování a slouží jako podklad pro stanovení výzkumných dávek kofeinu. Výstupní část, která bude vyplněna po dokončení testování, se bude zabývat vlivem kofeinu na organismus. Odpovídejte prosím pravdivě a co nejpřesněji.

Předem děkuji za vyplnění.

**Jméno a příjmení:** .....

#### Vstupní část

**1) Jaké je Vaše pohlaví?**

a) muž

b) žena

**2) Váš věk:**.....

**3) Vaše současná výška (v cm):**.....

**4) Vaše současná váha (v kg):**.....

**5) Vaše BMI:**.....

**6) Sportujete? Jestli ano, jak často a jaký sport?**

.....

**7) Užíváte v nějaké formě kofein pravidelně? Jestli ano, v jaké formě (káva, zelený čaj, pre - workout přípravky, ...), množství a jak často?**

.....

**Výstupní část (vyhodnocení spolu s řešitelem studie)**

**1) Vnímali jste při testu s kofeinem nějaké vedlejší účinky (bušení srdce, bolest břicha, nadměrné pocení, nesoustředěnost, ...)? Jestli ano, jaké?**

.....

**2) Pociťovali jste nějaký rozdíl mezi stavem regenerace/svalové únavy po testu s kofeinem a po testu bez něj?**

.....

**3) V jakou denní dobu jste testy absolvoval? Zaznamenal jste poté nějaké problémy se spánkem?**

.....

**4) Tepová frekvence a tlak**

**TK**

- S kofeinem: Před:..... Po:.....
- Placebo: Před:..... Po:.....

**Tepová frekvence**

- S kofeinem: Před:..... Po:.....
- Placebo: Před:..... Po:.....

## 5) Výkon (1RM)

- S kofeinem: Mrtvý tah:..... Bench press:.....
- Placebo: Mrtvý tah:..... Bench press:.....



## Příloha č.6 Vyjádření Etické komise VFN

Etická komise  
Všeobecné fakultní nemocnice v Praze  
ETHICS COMMITTEE  
of the General University Hospital, Prague

Na Bojišti 1  
128 08 Praha 2  
tel.: 224964131  
e-mail: eticka.komise@vfn.cz

Vážená paní  
Anna Jilková  
Nemile 118  
789 01 Zábřeh

14.11.2019  
č.j.: 1945/19 S-IV

Etická komise VFN projednala na svém zasedání 14.11.2019 Vámi předložený individuální výzkum č.j. 1945/19 S-IV – bakalářskou práci

**Název studie/Title of CT:** Vliv kofeinu na silový výkon

**Žadatel/Applicant:** Anna Jilková, Nemile 118, 789 01 Zábřeh

**Lhůta pro podání písemné zprávy o průběhu KH od jeho zahájení/ Time schedule for submission of the written Annual Report:** ☒ 1x ročně/Once a year ☐ Jiná lhůta/Other

**Úhrada nákladů spojených s posouzením žádosti a vydáním stanoviska /Reimbursement of costs related to assessment of the EC:** ☐ Ano/Yes ☒ Ne, důvod/No, reasons: Nesponzorovaný projekt

**Datum doručení žádosti / Date of submission of the Application Form:** 1.11.2019

**Datum jednání EK+čas/Date and time of Ethics Committee's session:**

- 1) 14.11.2019 (15:30 – 18:00 hod.) – pozastaveno pro připomínky, odeslány e-mailem. Opravené dokumenty přijaty dne 2.12.2019 pod č.j. 2165/19 IS, D
- 2) 12.12.2019 (15:30 – 19:20 hod.) – souhlas

**Seznam míst hodnocení** s označením míst, ke kterým se EK vyjádřila jako místní EK a kde vykonává dohled

Místo hodnocení / Jméno zkoušejícího Trial Site / Name of Investigator	Místní EK Local EC	Adresa místní EK Address
Anna Jilková, Ústav tělovýchovného lékařství VFN a 1. LF UK v Praze, Salmovská 5, 120 00 Praha 2	<input checked="" type="checkbox"/>	EK při VFN, Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2

**Seznam hodnocených dokumentů / List of all submitted documents:**

Název dokumentu, verze, datum Document title, version, date	Schváleno /Approved		Na vědomí / Taken into account	
	ANO Yes	NE No	ANO Yes	NE No
Průvodní dopis ze dne 11.10.2019	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dotazník k předkládaným dokumentům – Víceúčelový formulář EK VFN ze dne 25.10.2019	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Popis výzkumné observační studie, <b>opravená verze</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informace a Informovaný souhlas, <b>opravená verze</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Souhlas se shromažďováním a zpracováním osobních údajů	Doručeno			
Dotazníky pro pacienty	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Čestné prohlášení o provádění výzkumu, 25.10.2019	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Životopis hlavní zkoušející: Anna Jilková	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Stanovisko etické komise:**

EK vydává / EC issues

- ☒ Souhlasné stanovisko/Favourable opinion  
☐ Nesouhlasné stanovisko/Unfavourable opinion

EK VFN vydává **souhlasné** stanovisko k provedení individuálního výzkumu – bakalářské práce v Ústavu tělovýchovného lékařství VFN a 1. LF UK v Praze.

Etická komise  
Všeobecné fakultní nemocnice  
v Praze  
Na Bojišti 1

Podpis předsedy EK / Signature of Chairperson

MUDr. Josef Šedivý, CSc.

1/3

Seznam členů etické komise/ List of the Ethics Committee Members:

	Muž/ Žena Male/ Female	Odbornost Specialist	Zaměstnanec zřizovatele EK Ano Yes Ne No	Funkce v EK Role in EC	Přítomen Attendance Ano Yes Ne No	Hlasoval Voted Ano Yes Ne No
MUDr. Josef Šedivý, CSc.	M/M	Clinical Pharmacologist	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Předseda/ Chairperson	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
MUDr. Magda Šišková, CSc.	Ž/F	Haematologist	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Místopřed- seda/Vice- chairperson	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
JUDr. Milada Džupinková, MBA	Ž/F	Lawyer	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Jana Farkačová	Ž/F	Lab. Technician	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Doc. MUDr. Pavel Freitag, CSc.	M/M	Gynaecologist	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Ing. Antonín Grošpic, CSc.	M/M	Engineer	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Prof. MUDr. Eva Kubala Havrdová, CSc.	Ž/F	Neurologist	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
MUDr. Hana Honová	Ž/F	Oncologist	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
MUDr. Anna Jedličková	Ž/F	Microbiologist	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
MUDr. Jiří Kolář	M/M	Cardiologist	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
MUDr. Ladislav Korábek, CSc., MBA	M/M	Dental surgeon	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Prof. MUDr. František Perlík, DrSc.	M/M	Pharmacologist	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Prof. MUDr. Jan Roth, CSc.	M/M	Neurologist	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Mgr. Libuše Roytová Mgr. ThLic. of Theologie	Ž/F	Member of clergy	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
MUDr. Kateřina Rusinová, MgA., Ph.D.	Ž/F	Anesthesiologist -Intensive Med.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
JUDr. Šárka Špeciánová	Ž/F	Lawyer	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
MUDr. Marcela Trojánková	Ž/F	Privat Nephrologist	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Prof. MUDr. Jiří Zeman, DrSc.	M/M	Paediatricist – Adolescent Med	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

pozn.: \*Zaměstnanec zřizovatele EK/ Employee of EC appointing authority)

Etická komise prohlašuje, že byla ustavena a pracuje v souladu se správnou klinickou praxí (GCP) a platnými právními předpisy. Poslední sloupec udává, zda členové EK byli přítomni hlasování, ale nikoli jak hlasovali ve věci./The Ethics Committee hereby declares that it was established and operates in accordance with its Rules of Procedure in compliance with GCP and valid legal regulations. EC members personally presented the voting procedure (and NOT their individual voting result to or against the cause) are indicated in the last column:

☒ Ano/Yes ☐ Ne/No

Komentář/Comments:

Datum/Date: 12.12.2019

Etická komise  
Všeobecná fakultní nemocnice  
v Praze  
Na Bojišti 1  
128 00 Praha 2

Podpis předsedy EK nebo zástupce  
Signature of Chairperson or Vice-Chairperson

MUDr. Josef Šedivý, CSc.

## Protokol o úplnosti náležitostí bakalářské práce

**Titul, jméno, příjmení:** Anna Jílková

**Název práce:** Vliv kofeinu na silový výkon

**Vedoucí práce:** doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

Prohlašuji, že jsem odevzdala vysokoškolskou kvalifikační práci v souladu s:

**Opatřením rektora č. 6/2010** (dostupné z <http://www.cuni.cz/UK-3470.html>)

**Opatřením rektora č. 8/2011** (dostupné z <http://www.cuni.cz/UK-3735.html>)

**Opatřením děkana č. 10/2010** (dostupné z [http://www.lf1.cuni.cz/file/21321/opad10\\_10.pdf](http://www.lf1.cuni.cz/file/21321/opad10_10.pdf))

Zároveň prohlašuji, že jsem do Studijního informačního systému vložila plný **text vysokoškolské kvalifikační práce** včetně všech povinných souborů podle typu práce:

- abstrakt ČJ
- abstrakt AJ

Při vkládání textu práce a všech souborů jsem postupovala podle návodu dostupného z [http://www.lf1.cuni.cz/file/25838/navod\\_vkladani\\_prace.pdf](http://www.lf1.cuni.cz/file/25838/navod_vkladani_prace.pdf).

Nahrané soubory jsem následně zkontrolovala.

Odpovídám za správnost a úplnost elektronické verze práce a všech dalších vložených elektronických souborů.

1 exemplář práce svázaný v pevné plátěné vazbě obsahuje všechny povinné náležitosti:

Příloha č. 1 – Titulní strana, Prohlášení diplomanta, Identifikační záznam, abstrakt v ČJ a AJ - [http://www.lf1.cuni.cz/file/21323/opad10\\_10\\_pril1.pdf](http://www.lf1.cuni.cz/file/21323/opad10_10_pril1.pdf)

Datum: 27. 4. 2020

Podpis studenta

Kontrolu úplnosti náležitostí provedla osoba pověřená garantem: